



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

SAKARI TOHMO

SUUNNITTELIJOIDEN TIETOMALLIOHJEET RAKENNUTTAJA-
KONSULTIN NÄKÖKULMASTA

Diplomityö

Tarkastaja: professori Kalle Kähkö-
nen

Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Talouden ja rakentamisen tiedekun-
taneuvoston kokouksessa 6. touko-
kuuta 2015

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Rakennustekniikan koulutusohjelma

TOHMO, SAKARI: Suunnittelijoiden tietomalliohjeet rakennuttajakonsultin näkökulmasta

Diplomityö, 128 sivua, 94 liitesivua

Lokakuu 2015

Pääaine: Rakennustuotanto

Tarkastaja: professori Kalle Kähkönen

Avainsanat: Tietomallintaminen, rakennuttajakonsultti, tietomalliohje, suunnittelu

Tämä diplomityö käsittelee tietomallinnettavan rakennushankkeen suunnittelijoille annettavia tietomallintamista koskevia ohjeita rakennuttajakonsultin näkökulmasta. Tutkimus lähtökohtina olivat Wise Group Finland Oy:n rakennuttamistoimialan kiinnostuksen kohteet.

Tutkimuksen kirjallisuuskatsaus käsittelee rakennuttajakonsultin sekä suunnittelijoiden tehtäväkuvia rakennushankkeen suunnittelun aikana. Lisäksi kirjallisuuskatsaus paneutuu tietomallintamiseen, tietomallintamisen hyödyntämiseen rakennuttamisen näkökulmasta sekä rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden väliseen rajapintaan tietomallinnettavan rakennushankkeen suunnittelun aikana. Kirjallisuuskatsauksessa perehdytään myös suunnittelutarjouspyyntöjä ja –sopimuksia käsittelevään kirjallisuuteen.

Tutkimusmenetelmänä käytettiin haastatteluja. Tutkija haastatteli erilaisia rakennusalan ammattilaisia: viittä rakennuttajakonsulttia, 14:sta suunnittelijaa, kolmea tietomallikoordinaattoria ja neljää rakennushankkeiden tilaajaa. Haastatteluaineistoa analysoitiin grounded theory – menetelmällä ja siitä muodostettiin teoreettinen tulkinta. Tätä teoreettista tulkintaa täydennettiin kirjallisuuskatsauksen tiedoilla. Tämän diplomityön tulokset ja johtopäätökset perustuvat teoreettisen tulkintaan.

Tutkimuksen tuloksina esitellään hankekohtaisten tietomalliohjeiden dokumenttipohja sekä käsikirja, jolla ohjeita on tarkoitus täydentää. Lisäksi tutkimuksen tuloksissa käsitellään dokumenttipohjia tietomallistrategialle sekä tietomallintamisen aloituskokouksen pöytäkirjalle. Tutkimuksen tuloksena luotiin myös prosessikaavio, joka havainnollistaa rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden välistä tiedonvaihtoa rakennushankkeen suunnittelun aikana.

Tutkimuksen johtopäätöksenä esitetään, että hankekohtaisesti laadittujen tietomalliohjeiden liittäminen suunnittelutarjouspyyntöihin sekä tilaajan ja suunnittelijan välisiin suunnittelusopimuksiin varmistaa sen, että hankkeelle asetetut tavoitteet saadaan täytettyä. Lisäksi tietomalliohjeet helpottavat tietomallintamisen hyödyntämistä hankkeen suunnittelussa, rakennuttamisessa ja sekä rakennuttajakonsultin tehtävissä. Johtopäätöksenä esitetään myös, että rakennushankkeen toteutus tietomallintamisella tämän tutkimuksen oletuksien mukaisesti vaatii myös rakennuttajakonsultilta tietomallintamiseen liittyvää osaamista.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Construction Technology

TOHMO, SAKARI: The BIM instructions of designers from perspective of client's project manager

Master of Science Thesis, 128 pages, 94 Appendix pages

October 2015

Major: Construction production

Examiner: Professor Mr. Kalle Kähkönen

Keywords: Building information modelling, client's project manager, BIM instructions, designing

This master's thesis is about designers' BIM instructions in building information modelled construction project, from the perspective of the client's project manager. The bases of this research were the interests of the Project Management department of Wise Group Finland Ltd.

The research's literature overview consists of client's project manager's and designers job descriptions during the planning phase of the construction project. In addition the literature overview consists of the theory of BIM, the utilization of BIM from the perspective of client's project manager and the interface between client's project manager and designer during the planning phase of a building information modelled construction project. Furthermore the literature overview orientates the reader to the theories of the invitation for tenders of designing and of the design contract.

The research method used for this thesis was interview. The researcher interviewed different construction business professionals: five client's project managers, 14 designers, three BIM-coordinators and four developers of construction projects. The interview material was analyzed with grounded theory –method. Using this method the researcher formulated a theory. This theory was completed with the knowledge gained from the literature overview. The results and conclusions of this thesis are based on this theory.

In the results of this thesis is introduced the document canvas for project specific BIM instructions and the manual which the canvas is meant to complement with. Furthermore in the results is introduced the document canvas for BIM strategy and the document canvas for BIM commencement meeting. As a result was also created the process flowchart which demonstrates the communication between the client's project manager and designer during the planning phase of the construction project.

The conclusion of this thesis is that the incorporation of the project specific composed BIM instructions in the invitation for tenders of designing and in the design contracts ensures that the goals set to the project will be fulfilled. In addition the BIM instructions make the utilization of BIM easier for designing of the project, project's development and for the tasks of the client's project manager. The conclusion of this thesis is that the execution of construction project with the utilization of BIM and by the assumptions of this research requires for BIM-related know-how from the client's project manager.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on toteutettu Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) Tuotantotalouden ja rakentamisen tiedekunnassa. Tutkimuksen tilaajana toimi Wise Group Finland Oy / Rakennuttaminen. TTY:n puolesta diplomityön ohjaajana ja tarkastajana toimi professori Kalle Kähkönen, joka ohjasi minua oikean näkemyksen löytämisessä, oikeaoppisen tutkimuksen tekemisessä sekä auttoi minua pitämään jalat maassa. Tutkimuksen teknisestä ja tavoitteellisesta ohjauksesta vastasi Wise Groupin rakennuttamistoimialan johtaja Arto Hägg, joka omalla näkemyksellään ja kokemuksellaan auttoi tuomaan diplomityölle lisäarvoa. Kiitän sekä Kähköstä että Häggiä heidän diplomityölleni antamastaan panoksesta sekä Wise Group Finland Oy:tä heidän diplomityölleni suomista taloudellisista ja ajallisista resursseista, joita ilman tämän tutkimuksen suorittaminen ei olisi ollut mahdollista.

Haluan kiittää myös kaikkia kahtakymmentäkuutta henkilöä, jotka osallistuivat tutkimuksen haastatteluihin. Ilman heidän panostaan tämä tutkimus ei olisi ollut mahdollinen.

Kiitän Wise Groupin työtovereitani, jotka kannustivat minua diplomityöni etenemisessä sekä tarjosivat asiantuntevia neuvojaan tutkimuksen eri ongelmissa. Erityisesti haluan osoittaa kiitokseni diplomityön tuloksia kommentoineelle Wise Groupin henkilökunnalle.

Haluan myös kiittää ystäviäni ja perhettäni, jotka tukivat minua pitkien työpäivien lomassa. Kiitän lääketieteen tohtori Harri Tohmoa saamistani rakentavista kommenteista. Erikseen haluan kiittää tekn. yo. Emmi Lampista kaikesta saamastani tuesta sekä rohkaisevista kommenteista.

Helsingissä 26.8.2015

Sakari Tohmo

SISÄLLYS

Termit ja niiden määritelmät.....	ix
1 Johdanto	1
1.1 Tutkimuksen tausta	1
1.2 Tutkimuksen tavoitteet.....	1
1.3 Tutkimuksen oletukset ja rajaukset	3
1.4 Tutkimusmenetelmät.....	4
2 Kirjallisuuskatsaus tietomallintavaan suunnitteluun rakennuttajakonsultin näkökulmasta.....	5
2.1 Rakennuttajakonsultin tehtävät, rooli ja tietotarpeet tietomallipohjaisessa rakennussuunnitteluprosessissa.....	6
2.1.1 Rakennuttajakonsultin tehtävät, rooli sekä hänen tarvitsemansa tieto yleisesti koko rakennussuunnitteluprosessin aikana	7
2.1.2 Suunnittelun valmistelu	10
2.1.3 Suunnittelun ohjaus.....	11
2.1.4 Ehdotussuunnitteluvaihe	12
2.1.5 Yleissuunnitteluvaihe.....	13
2.1.6 Rakennuslupavaihe	14
2.1.7 Toteutussuunnittelu.....	14
2.2 Suunnittelijoiden tehtävät tietomallipohjaisen rakennussuunnitteluprosessin eri vaiheissa.....	15
2.2.1 Suunnittelijoiden yleiset velvollisuudet, tehtävät ja roolit rakennussuunnitteluprosessin aikana	15
2.2.2 Suunnittelijoiden tehtävät suunnittelun valmistelussa.....	19
2.2.3 Suunnittelijoiden tehtävät ehdotussuunnitteluvaiheessa.....	20
2.2.4 Suunnittelijoiden tehtävät yleissuunnitteluvaiheessa.....	22
2.2.5 Suunnittelijoiden tehtävät rakennuslupavaiheessa.....	24
2.2.6 Suunnittelijoiden tehtävät toteutussuunnitteluvaiheessa	24
2.3 Tietomallit rakennushankkeessa rakennuttajakonsultin näkökulmasta	27
2.3.1 Tietomallintamisen peruskäsitteet	27
2.3.2 Objektipohjaiset tietomalliohjelmat.....	29
2.3.3 Tietomalliohjelmatyypit.....	30
2.3.4 Rakennussuunnittelijoiden tietomalliohjelmien ominaisuudet ja toiminnot	32
2.3.5 Rakennuttajakonsultti tietomalliohjelmien käyttäjänä.....	36
2.3.6 Tietomallinnettavan projektin suunnittelu	39
2.3.7 Tietomalliohjeet	40
2.3.8 Tietomallinnuksen tarkkuus ja yksityiskohtien mallintaminen	42
2.3.9 Tietomallien sisältö ja sisällön määrittely	43
2.4 Tietomallinnuksen hyödyntäminen rakennuttajakonsultin näkökulmasta	47

2.4.1	Tietomallinnuksen suora hyödyntäminen ja asiat, jotka hyödyntämisessä tulee huomioida.....	48
2.4.2	Välillinen hyödyntäminen.....	50
2.4.3	Rakennuttajakonsultin sekä muiden tahojen yhteiset hyödyt.....	51
2.5	Rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden välinen työskentelyprosessi tietomallinnettavassa hankkeessa.....	54
2.5.1	Osaprosessit tietomallipohjaisessa suunnittelussa.....	55
2.5.2	Työskentelyprosessi tietomallipohjaisessa suunnittelussa.....	60
2.6	Suunnittelutarjouspyynnöt ja suunnittelusopimus	65
2.6.1	Suunnittelutarjouspyyntöjen laatiminen	66
2.6.2	Suunnittelutarjouspyyntöjen lähettäminen ja suunnittelutarjousten käsittely	68
2.6.3	Suunnittelusopimuksen sisältö.....	69
2.6.4	Suunnittelusopimusten laatiminen ja solmiminen	71
2.7	Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto	71
3	Empiirisen tiedon kerääminen haastattelujen avulla.....	73
3.1	Tutkimusmenetelmän valinta	73
3.2	Kvalitatiivinen tutkimus ja haastattelut tutkimusmenetelmänä	73
3.2.1	Kvalitatiivinen tutkimus	73
3.2.2	Haastattelut	74
3.2.3	Haastattelukysymykset	75
3.2.4	Haastattelujoukon valinta kvalitatiivisessa tutkimuksessa	76
3.2.5	Haastattelukysymysten testaus	76
3.3	Haastattelujen suoritus tässä tutkimuksessa.....	76
3.3.1	Haastateltavien valinta.....	76
3.3.2	Haastattelukysymykset	78
3.3.3	Haastattelutilanne ja haastattelun tallentaminen.....	79
3.4	Haastattelukysymysten testaus, haastattelupyyntöjen arviointi sekä haastatteluaineiston varmentaminen	80
3.4.1	Haastattelukysymysten testaus tässä tutkimuksessa.....	80
3.4.2	Haastattelupyyntöjen toimivuuden arviointi.....	80
3.4.3	Haastatteluaineiston kontekstuaalinen varmentaminen	81
4	Haastatteluista kerätty tutkimusaineisto ja sen analysointi.....	82
4.1	Haastatteluaineiston valmistelua ja aineiston analysointia käsittelevä kirjallisuus	82
4.1.1	Haastatteluaineiston valmistelua käsittelevä kirjallisuus.....	82
4.1.2	Haastatteluaineiston analysointia käsittelevä kirjallisuus.....	82
4.2	Haastatteluaineiston valmistelu tässä tutkimuksessa	84
4.3	Haastatteluaineisto	85
4.3.1	Ryhmän A haastatteluaineisto	85
4.3.2	Ryhmän B haastatteluaineisto.....	87
4.3.3	Ryhmän C haastatteluaineisto.....	89

4.4	Haastatteluaineisto kokonaisuutena	91
4.4.1	Haastateltujen henkilöiden työkokemus	91
4.4.2	Haastateltujen henkilöiden tietomallinnusosaaminen.....	92
4.4.3	Haastatteluaineiston määrä ja haastattelujen kesto	93
4.5	Aineiston epävarmuustekijät ja virhelähteet	95
4.5.1	Haastateltavien työkokemus ja mallintamisaosaaminen	95
4.5.2	Haastattelutilanne aineiston epävarmuuden lähteenä	95
4.5.3	Haastattelujen puhtaaksikirjoitus	95
4.5.4	Haastatteluaineiston saturaatio ja aineiston määrä	96
4.6	Tutkimusaineiston analyysi.....	96
5	Tietomallinnettavan rakennushankkeen organisoinnin apuvälineet tutkimuksen tuloksina	100
5.1	Tulosten laatiminen.....	100
5.1.1	Mihin tulosten sisältö ja muoto perustuu.....	100
5.1.2	Aineiston ja kirjallisuuden käyttäminen tuloksia laadittaessa	102
5.2	Tietomallinnettavan rakennushankkeen käsikirja	103
5.2.1	Käsikirjan runko	103
5.2.2	Käsikirjan tarkentavat osat – tietomalliohjeiden laatiminen käsikirjan avulla	104
5.3	Tietomallistrategia.....	105
5.3.1	Tietomallistrategian laatiminen	105
5.3.2	Tietomallistrategian sisältö	105
5.4	Hankekohtaiset tietomalliohjeet.....	106
5.4.1	Tietomalliohjeiden muoto.....	106
5.4.2	Tietomalliohjeiden sisältö.....	107
5.4.3	Tietomalliohjeiden laatiminen	108
5.5	Tietomallintamisen aloituspalaveri	108
5.6	Prosessikuvaus rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden välisestä työstä..	109
5.7	Tulosten testaus, tarkastelu ja arviointi.....	110
5.7.1	Tulosten ulkopuolinen testaus	110
5.7.2	Tulosten ulkopuolisesta testauksesta saatu palaute	110
5.7.3	Tulosten arviointi tutkijan toimesta	111
6	Yhteenveto ja johtopäätökset	113
6.1	Hankekohtaiset tietomalliohjeet osana sopimusasiakirjoja.....	113
6.1.1	Tietomalliohjeet suunnittelutarjouspyynnöissä ja suunnittelu-sopimuksissa	113
6.1.2	Tietomalliohjeiden vaikutus suunnittelijoiden sitoutumiseen ja suunnittelijoiden mahdolliseen vaihtamiseen kesken hankkeen	114
6.2	Tietomallistrategia, tietomalliohjeet ja tietomallintamisen aloituspalaveri prosessina rakennuttajakonsultin näkökulmasta	115
6.3	Tutkimuksen tarkastelu	117
6.3.1	Kirjallisuuskatsaus	117

6.3.2	Haastattelut ja tutkimusmenetelmä.....	117
6.3.3	Tutkimus kokonaisuutena.....	118
6.3.4	Tutkimuksen aikataulu.....	119
6.4	Johtopäätökset.....	119
6.4.1	Tietomalliohjeiden merkitys.....	119
6.4.2	Huomioitavat asiat, kun rakennuttajakonsultti työskentelee suunnittelijoiden kanssa tietomallinnettavassa hankkeessa	120
6.4.3	Jatkotutkimusehdotukset.....	121
	Lähteet.....	122
	Liite 1: Haastattelupyyntö	
	Liite 2: Haastatteluohjeet	
	Liite 3: Haastatellut henkilöt	
	Liite 4: Haastattelukysymykset - ryhmä A	
	Liite 5: Haastattelukysymykset - ryhmä B	
	Liite 6: Haastattelukysymykset - ryhmä C	
	Liite 7: Aksiaalisen koodauksen tietokanta	
	Liite 8: Käsikirja tietomallinnettavan rakennushankkeen läpikäyntiin	
	Liite 9: Tietomallistrategia	
	Liite 10: Tietomalliohjeet	
	Liite 11: Tietomallintamisen aloituspalaveri	
	Liite 12: Prosessikuvaus - Hankesuunnittelu	
	Liite 13: Prosessikuvaus - Suunnittelun valmistelu	
	Liite 14: Prosessikuvaus - Ehdotussuunnittelu	
	Liite 15: Prosessikuvaus - Yleissuunnittelu	
	Liite 16: Prosessikuvaus - Rakennuslupa	
	Liite 17: Prosessikuvaus - Toteutussuunnittelu	

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

Tietomallintaminen	Tietomallintaminen (tai tietomallinnus) on prosessi, jota käytetään esimerkiksi rakennushankkeen suunnitteluun. Prosessissa tuotetaan ja analysoidaan rakennuksen tietomalleja sekä kommunikoidaan tietomallien avulla.
Tietomalli	Tietomalli on virtuaalinen, kolmiulotteinen malli rakennettavasta rakennuksesta sekä sen fyysisistä ja toiminnallisista ominaisuuksista. Tietomalli voi sisältää myös tiedon rakennuksen rakennusosien asennusaikataulusta, määristä ja kustannuksista.
Suunnitteluala	Tarkoittaa rakennussuunnittelun yhtä teknistä osapuolta ja ammattikuntaa. Esimerkiksi arkkitehtisuunnittelu ja rakennesuunnittelu ovat omia suunnittelualojaan.
ARK	Lyhenne arkkitehtitekniikasta. Tarkoittaa rakennuksen arkkitehtonisia ominaisuuksia, esimerkiksi tilojen geometriaa, huoneiden kokoa ja rakennuksen materiaalia ja värejä.
RAK	Lyhenne rakennetekniikasta. Tarkoittaa rakennuksen rakenneteknisiä ominaisuuksia, esimerkiksi rakenteiden lujuutta, rakennusfysiikkaa ja rakenteiden kuormituskestävyyttä.
TATE	Lyhenne talotekniikasta. Tarkoittaa rakennuksen eri teknisiä järjestelmiä, esimerkiksi lämpö-, vesi-, ilma-, sähkö-, jäähdytys-, teleliikenne- ja automaatiojärjestelmiä.
Tilaaja	Tilaajasta puhuttaessa tarkoitetaan rakennushankkeen tilaajaa, eli sitä organisaatiota tai henkilöä, jonka aloitteesta rakennushanke pannaan alulle.
2D	2 dimensional. 2D:llä tarkoitetaan kaksiulotteisia asioita, joilla on pituus- ja leveysmitta.
LVI	Lyhenne lämmitys-, vesijohto- ja ilmanvaihtotekniikasta.
Pääsuunnittelija	Pääsuunnittelija vastaa rakennuksen suunnittelun kokonaisuudesta, laadusta ja suunnitelmien yhteensopivuudesta. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan hankkeessa on aina oltava pääsuunnittelija.

Rakennussuunnittelu	Rakennussuunnittelu tarkoittaa kaikkien hankkeessa mukana olevien suunnittelijoiden yhteistyönä tehtävää suunnittelua. Rakennussuunnittelu kattaa rakennushankkeen kaiken suunnittelutyön jokaisen teknisen osapuolen näkökulmasta.
Käyttäjä	Käyttäjistä puhuttaessa tarkoitetaan rakennushankkeessa rakennettujen tilojen lopullista käyttäjää. Käyttäjä voi olla esimerkiksi liikekiinteistössä toimiva kauppias, joka käyttää tiloja.
Projektipankki	Palvelimen välityksellä toimiva rakennushankkeen tiedonhallintajärjestelmä, jonne hankkeen eri osapuolet tallentavat rakennusprojektiin liittyvää digitaalista tietoa.
Tilaohjelma	Tilaohjelma on aikaisessa vaiheessa hankkeen suunnittelua laadittava dokumentti, jossa on listattu rakennuksen eri tilat, tilojen koot ja tilojen keskinäiset yhteydet toisiinsa.
Tietomallikoordinaattori	Tietomallintamisen koordinointi on uusi rakennusalalle määritetty tehtäväkenttä. Tietomallikoordinaattori voi esimerkiksi ohjata tietomallinnettavan rakennushankkeen mallinnustyötä.
IFC	Industry Foundation Classes. IFC on avoin tiedonsiirtoon liittyvä standardi tietomallinnusjärjestelmissä. Voi tarkoittaa myös .ifc-tiedostomuotoa.
3D	3 dimensional. 3D:llä tarkoitetaan kolmiulotteisia asioita, joilla on pituus-, leveys- ja syvyysmitta.
CAD	Computer-aided design. CAD tarkoittaa suunnittelijan suorittamaa tietokoneavusteista suunnittelua.
Parametri	Tässä tutkimuksessa parametrilla tarkoitetaan muuttuvaa arvoa, joka voidaan määritellä.
GUID	Global Unique ID. GUID on .ifc-tiedostomuotoisiin tietomalleihin luotujen objektien yksilöllinen tunnistejärjestelmä.

KSE 2013	Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot 2013. KSE 2013:sta käytetään usein tilaajan ja suunnittelijan tai tilaajan ja rakennuttajakonsultin välisten sopimusten liitteenä.
RAP	Lyhenne rakennuttamispalveluista. Tällä tarkoitetaan rakennushankkeen rakennuttajakonsultin tehtäväkenttää.
PS	Lyhenne pääsuunnittelusta. Tällä tarkoitetaan rakennushankkeen pääsuunnittelijan tehtäväkenttää.
TMK	Lyhenne tietomallikoordinaattorista. Tällä tarkoitetaan rakennushankkeen tietomallintamisen koordinoinnin tehtäväkenttää.

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Wise Group Finland Oy (jatkossa Wise Group) on talonrakennusosalalla toimiva suomalainen yritys, joka tuottaa niin uudis- kuin korjausrakentamisen konsultointi-, suunnittelu- ja rakennuttamispalveluita. Yritys pystyy toimittamaan asiakkailleen sekä kokonaisratkaisuja että toteuttamaan pienempiä osatehtäviä eri rakennushankkeisiin.

Wise Groupin rakennuttajakonsultit toimivat omassa yksikössään, nimeltään Wise Group Rakennuttaminen. Vaikka yrityksellä on omaa suunnitteluosaamista myös tietomallintamisessa, riippumattomina konsultteina rakennuttamistoimiala kilpailuttaa rakennushankkeen suunnittelun aina ulkopuolisilla yrityksillä. Rakennuttamistoimiala tiesi tutkimuksen tekohetkellä jonkin verran tietomallintamisesta, mutta ei ollut aktiivisesti hyödyntänyt tietomallintamista rakennuttamisen eri tehtävissä. Yritykseltä puuttuivat selkeät ”työkalut” siihen, miten tietomalleja voisi hyödyntää rakennuttajakonsultin työssä sekä siihen, miten tietomallintamisella toteutettavaa suunnittelua tulisi kilpailuttaa.

Wise Group Rakennuttaminen oli kiinnostunut kehittämään osaamistaan tietomallintamisen hyödyntämisessä rakennuttajakonsultin näkökulmasta. Tietomallintaminen hyödyttää rakennuttajakonsulttia muun muassa konsultin laatiman kustannusarvion tarkkuuden parantumisella sekä arvion laatimiseen tarvittavan ajan lyhentymisellä. Tietomallintaminen parantaa myös muun muassa suunnitelmien yhteensopivuutta, suunnitelmien visuaalisuutta ja havainnollisuutta sekä hankkeen tiedonhallintaa. Tietomallintaminen tuottaa hyötyä myös tilaajalle, jonka edustajana rakennuttajakonsultti toimii.

Wise Group Rakennuttamisella oli monia kiinnostuksen kohteita, joista kaikki eivät kuitenkaan mahtuneet mukaan tutkimukseen. Keskustelujen jälkeen tutkija sekä Rakennuttamisen toimialajohtaja päätyivät valitsemaan tutkimuskohteeksi suunnittelijoiden tietomallintamiselle esitettävät vaatimukset sekä vaatimuksien vaikutus suunnittelun kilpailutukseen Wise Group Rakennuttamisen näkökulmasta.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen päätavoitteena oli määritellä tietomallinnettavan rakennushankkeen suunnittelutyölle ohjeita ja vaatimuksia, käyttäen näkökulmana rakennuttajakonsultin tehtäviä ja roolia rakennushankkeessa. Tätä tukien diplomityön osatavoitteena oli selvittää, mitä tehtäviä rakennuttajakonsultilla on sekä mitä tietoa rakennuttajakonsultti tarvitsee hankkeen missäkin vaiheessa. Osatavoitteisiin kuului myös selvittää, mitä tietoa suunnittelun

nittelijan tehtävänä on mallintaa ja miten tietomallintaminen tulisi toteuttaa niin teorias-
sa kuin käytännössäkin.

Tutkimuksen päätavoitetta ja osatavoitteita tarkennettiin asettamalla konkreettiset
päämäärät diplomityöstä syntyville tuloksille. **Tutkimuksen konkreettiseksi pääta-
voitteeksi asetettiin valituille eri suunnittelualoille (RAK, ARK ja TATE) selkeiden
tietomallintamista koskevien ohjeiden laatiminen rakennuttajakonsultin näkökul-
masta.** Näiden ohjeiden tavoitteena oli se, että tietomallintamista voitaisiin hyödyntää
rakennuttamisessa mahdollisimman tehokkaasti ja että myös rakennuttajakonsultti itse
voisi hyödyntää tietomallintamista omassa työssään. Lisäksi tietomalliohjeissa tuli
huomioida suunnittelijoiden kilpailutuksen näkökulma.

Tietomalliohjeet laadittiin koskemaan rakennushankkeen suunnittelun eri vaiheita.
Ohjeiden tarkoitus on toimia suunnittelijoiden työskentelylle esitettävänä vaatimuksina:
suunnittelijoiden on kyettävä laatimaan tietomallinsa ohjeiden mukaisesti sekä noudat-
tamaan tietynlaista työskentelyprosessia, jotta tietomallintamista voidaan hyödyntää
rakennuttamisessa hankkeelle asetettujen tavoitteiden mukaisesti ja mahdollisimman
tehokkaasti. Suunnittelutyöstä ei kuitenkaan pyritty tekemään liian raskasta.

Tietomalliohjeet piti kirjoittaa sellaiseen muotoon, että ne toimivat myös muistilis-
tana tietomallin tarkistamiseen. Tutkimuksen tuloksista tuli käydä selville se, mitä asioi-
ta rakennuttajakonsultin on otettava huomioon suunnittelijoiden kanssa työskennelles-
sään kun hankkeessa käytetään tietomallintamista.

Osana tutkimuksen päätavoitetta tuli tehdä ehdotus siitä, miten tietomalliohjeet si-
sällytetään suunnittelutarjouspyyntöihin ja suunnittelusopimusasiakirjoihin. Tarkoituk-
sena oli, että Wise Group Rakennuttaminen saisi käyttöönsä selkeän oppaan, jolla se
voisi kilpailuttaa tietomallinnettavan hankkeen suunnittelutoimeksiantoja sellaisilla eh-
doilla, että suunnittelutyön tulokset auttavat rakennuttajakonsulttia tämän työssä mah-
dollisimman paljon. Tutkimuksessa pohdittiin myös sitä, miten tietomalliohjeet vaikut-
tavat hankesuunnittelun loppuvaiheessa tehtäviin suunnittelijakiinnityksiin kun tieto-
malliohjeet lisätään osaksi suunnittelusopimusasiakirjoja. Wise Group Rakennuttaminen
toivoi, että se voisi käyttää tutkimuksen tuloksia apuna potentiaalisten suunnittelijoiden
valitsemisessa ja eri suunnittelutoimistojen kilpailutuksessa.

Diplomityössä keskitytään rakennuttajakonsultin ja eri suunnittelualojen väliseen ra-
japintaan. Siksi tutkimuksen osatavoitteena oli laatia kuvaus rakennuttajakonsultin ja
suunnittelijoiden välisestä tiedonvaihtorajapinnasta tietomallinnettavan rakennushank-
keen suunnittelun aikana. Prosessikuvauksen tarkoitus oli selkeyttää sitä, mitä rakennut-
tajakonsultti tekee ja mitä tietoja hän tarvitsee hankkeen missäkin vaiheessa. Vastaavas-
ti prosessikuvauksessa tuli kuvata mitä tietoa suunnittelijat mallintavat ja mikä on hei-
dän tietotarpeensa kussakin vaiheessa hanketta.

Kaikki nämä tavoitteet asetettiin Wise Group Rakennuttamisen tarpeita ajatellen.
Tutkimuksen tarkoitus oli se, että Wise Group Rakennuttaminen voisi soveltaa diplomi-
työn tuloksia oikeissa rakennushankkeissa.

1.3 Tutkimuksen oletukset ja rajaukset

Tutkimus suoritettiin siten, että rakennushankkeen prosessia tutkittiin sen suunnittelu- vaiheessa ennen rakentamisen aloittamista. Tästä prosessista saatua tietoa sekä tiedon perusteella laadittuja tietomalliohjeita tarkoitetaan sovellettavaksi hankesuunnitteluvaiheen lopussa tehtävien suunnittelutarjouspyyntöjen ja suunnittelusopimusasiakirjojen laatimiseen. Tutkimuksesta saatua tietoa pyritään soveltamaan hankesuunnittelusta eteenpäin suunnittelusopimuksen tekemiseen asti.

Vaikka tutkimus suoritettiin rakennuttajakonsultin näkökulmasta, jouduttiin tutkimuksessa paneutumaan myös tilaajan ja suunnittelijan näkökulmiin, jotta tutkimuksesta saataisiin mahdollisimman realistinen sekä kaikki tietomalliohjeita koskevat tekijät saataisiin selville. Tutkimuksessa ei käsitelty urakoitsijan näkökulmaa. Tutkimuksessa oletettiin, että rakennushanke suoritetaan kokonaisurakalla tai osaurakoilla.

Tutkimuksessa oletettiin, että rakennuttajakonsultti edustaa tilaajaa ja hoitaa tämän tehtäviä laajimmassa mahdollisessa mittakaavassa. Perusoletuksena oli se, että konsultille kuuluivat kaikki rakennuttamisen tehtäväluettelossa määritetyt tehtävät, pois lukien tilaajan luonnolliset tehtävät, kuten esimerkiksi päätöksenteko. Tutkimus oletti myös että rakennuttajakonsultille kuuluu hankkeen suunnittelun ohjaus.

Diplomityössä ei otettu yksityiskohtaisesti kantaa siihen, miten suunnittelija varsinaisesti tuottaa tietomallin ja mitä työkaluja hän tietomalliohjelmassaan käyttää. Tutkimuksessa oletettiin, että mallinnustyötä tekevä suunnittelija osaa käyttää käytössään olevaa mallinnusohjelmaa. Tutkimuksessa ei myöskään otettu kantaa suunnittelijan käyttämään tietomalliohjelmaan, mutta kuitenkin tunnustettiin tietomalliohjelmien tuottamat rajoitteet siitä, mitä kaikkea tietoa tietomalliin voidaan sisällyttää.

Tutkimuksessa oletettiin, että rakennushankkeen suunnittelutyö tehdään kokonaan tietomallintamista hyödyntäen. Tutkimuksessa ei laadittu suunnittelutyölle esitettäviä vaatimuksia perinteistä 2D-suunnittelua varten.

Tietomalliohjeita käsiteltiin ainoastaan talonrakennusalan uudishankkeisiin liittyen. Tässä tutkimuksessa talonrakennusalan uudishankkeilla oletettiin tarkoitettavan pääasiassa liike-, toimitila- ja tuotantotilarakentamista, koska Wise Group Rakennuttaminen oli erikoistunut juuri tämän tyyppisiin kohteisiin. Tietomalliohjeita ei käsitellä tässä tutkimuksessa hanketyyppikohtaisesti eritellen, vaan tietomalliohjeet yleistetään.

Tutkimuksessa käsitellään vain pääasiassa arkkitehtisuunnittelulle, rakennesuunnittelulle, LVI-suunnittelulle ja sähkösuunnittelulle asetettavia tietomallintamisen vaatimuksia. LVI- ja sähkösuunnittelusta puhutaan tässä tutkimuksessa pääasiassa yhdessä käyttäen sanaa TATE-suunnittelu. Tutkimuksessa ei perehdytä geoteknisen suunnittelun tietomallintamiselle asetettaviin ohjeisiin.

Tutkimuksessa keskityttiin rakennuttajakonsultin ja suunnittelijan väliseen rajapintaan siitä näkökulmasta, että suunnittelijat ovat Wise Groupin ulkopuolisia yrityksiä. Kaikki tähän tutkimukseen valitut suunnittelualat (ARK, RAK, TATE) sekä pääsuunnittelu voivat siis tulla eri yrityksiltä. Tutkimuksessa ei perehdytty tarkasti eri suunnittelualojen välisiin rajapintoihin, mutta sitä ei myöskään rajattu pois.

1.4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen suoritukseen kuului kirjallisuuskatsaus sekä empiirisen aineiston kerääminen valitulla tutkimusmenetelmällä. Kirjallisuuskatsaus keskittyy tutkimuksen päätavoitteen, osatavoitteiden ja tutkimuksen tuloksien soveltamista käsitteleviin lähteisiin. Tutkimusmenetelmänä käytettiin kasvotusten suoritettuja kvalitatiivisia teemahaastatteluja, joiden tarkoituksena oli kerätä empiiristä tietoa liittyen tutkimuksen tavoitteisiin.

Kirjallisuuskatsaus perehtyy rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden tehtäviin tietomallinnettavan rakennushankkeen suunnittelun aikana. Kirjallisuuskatsauksessa perehdytään myös tietomallintamista ja tietomalleja käsittelevään kirjallisuuteen sekä tietomallintamiselle asetettuihin vaatimuksiin. Tutkimuksen kirjallisuuskatsauksessa keskitytään tietomallintamisen hyödyntämiseen rakennuttajakonsultin näkökulmasta. Tämän lisäksi kirjallisuuskatsauksessa käsitellään rakennuttajakonsultin ja suunnittelijan välistä vuorovaikutusta tietomallinnettavan rakennushankkeen suunnittelun aikana. Kirjallisuuskatsauksessa tarkastellaan myös suunnittelutarjouspyyntöjen sekä suunnittelu-sopimuksien sisältöä ja niiden laadintaa rakennuttajakonsultin näkökulmasta.

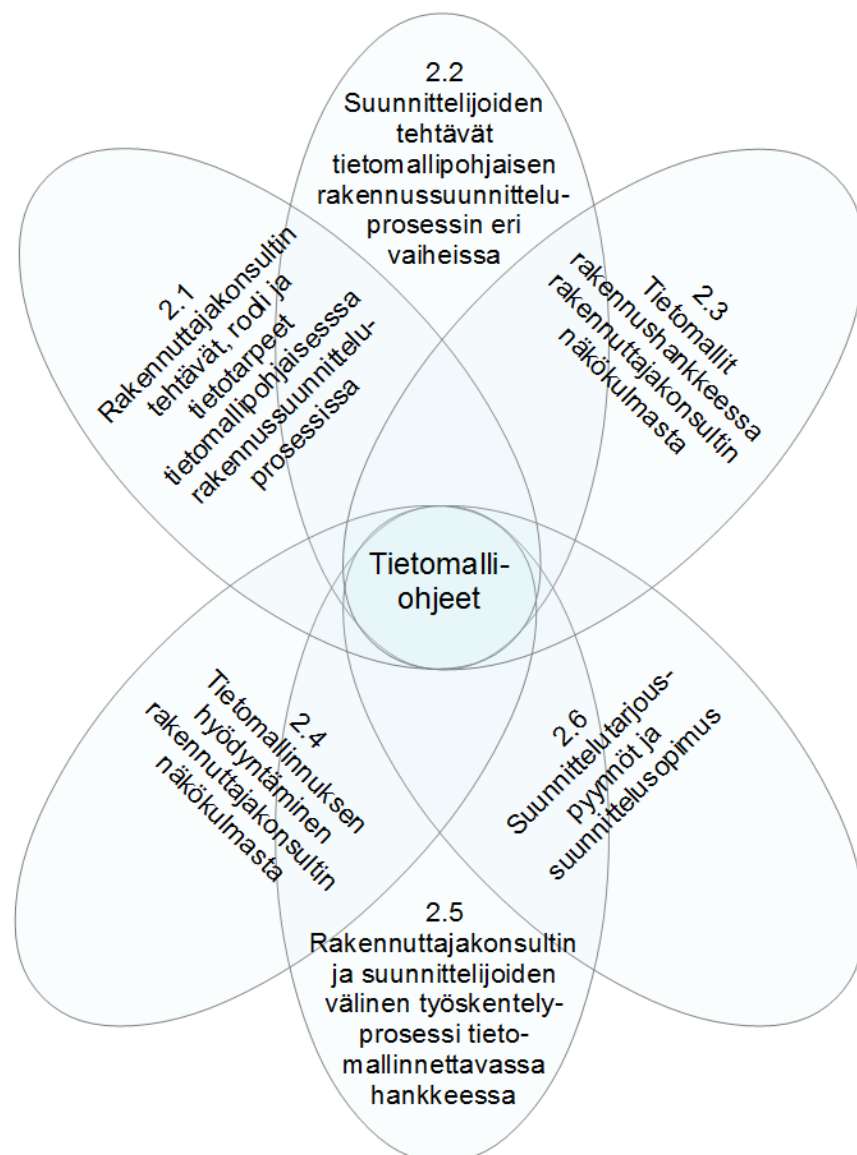
Haastattelututkimusta varten tutkija laati kolme erilaista haastatteluryhmää, joita kunkin haastateltiin erilaisilla kysymyspattereilla. Haastatteluryhminä toimivat rakennuttajakonsultit, suunnittelijat ja tilaajat. Näiden ryhmien haastatteluilla tutkija pyrki kartoittamaan tutkimuksen aihealueen eri osia ja hakemaan kirjallisuutta täydentävää empiariatietoa oikeista tietomallinnetuista rakennushankkeista. Kaikki haastatellut olivat rakennus- tai kiinteistöalan ammattilaisia.

Haastatteluaineiston analysoinnissa käytettiin grounded theory –menetelmää viitekehyksenä. Grounded theory –menetelmän mukaisesti käsitellystä empiirisestä aineistosta muodostettiin teoreettinen tulkinta. Lisäksi tätä teoreettista tulkintaa täydennettiin kirjallisuuskatsauksesta poimituilla asioilla. Käytännössä teoreettinen tulkinta muodostettiin poimimalla tekstiä empiirisestä aineistosta ja kirjoittamalla se tutkimuksen tuloksille esitettyjen tavoitteiden vaatimaan muotoon. Tämän jälkeen sama toteutettiin kirjallisuuskatsaukselle.

Teoreettinen tulkinta perustuu siis analysoituun empiiriseen aineistoon ja kirjallisuuskatsaukseen. Teoreettista tulkintaa verrattiin olemassa olevaan rakennusalan kirjallisuuteen ja tarkastettiin, ettei näiden välillä esiintynyt ristiriitoja. Sekä tutkimuksen tulokset että johtopäätökset ovat osa tutkimuksessa laadittua teoreettista tulkintaa.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS TIETOMALLINTA- VAAN SUUNNITTELUUN RAKENNUTTAJAKON- SULTIN NÄKÖKULMASTA

Tämän tutkimuksen kirjallisuuskatsaus sisältää kuusi eri osa-aluetta, jotka on jaettu omiksi alaluvuikseen. Kirjallisuuskatsauksen eri osa-alueet on esitetty kuvassa 2.1.



Kuva 2.1. Kirjallisuuskatsauksen kuusi alalukua ja niiden merkitys diplomityön kokonaisuuden kannalta.

Kuvan 2.1. keskiössä ovat tietomalliohjeet, joilla tarkoitetaan tämän tutkimuksen konkreettista päätavoitetta – suunnittelijoiden tietomalliohjeiden laatimista rakennuttajakonsultin näkökulmasta. Kukin kuudesta segmentistä kuvaa yhtä kirjallisuuskatsauksen alalukua. Alaluku 2.1 toimii tutkimuksen näkökulmana, alaluku 2.2 käsittelee suunnittelijoiden tehtäviä eli tutkimuksen sovelluskohdetta, alaluku 2.3 käsittelee tietoteknisiä rajoitteita ja mahdollisuuksia, alaluku 2.4 mahdollisia tietomallintamisen hyötyjä, alaluku 2.5 prosessiteknisii rajoitteita sekä alaluku 2.6 sopimusteknisiä rajoitteita ja mahdollisuuksia.

2.1 Rakennuttajakonsultin tehtävät, rooli ja tietotarpeet tietomallipohjaisessa rakennussuunnitteluprosessissa

Tämä alaluku keskittyy rakennuttajakonsultin tehtävänkuvaa tietomallinnusta hyödyntävän rakennussuunnittelun aikana. Rakennussuunnittelulla tarkoitetaan rakennushankkeen kaikkien tarvittavien suunnitelmien tuottamista (Kankainen & Junnonen 2001, s. 33). Rakennuttamiseen liittyvät tehtävät, joita rakennuttajakonsultti suorittaa rakennushankkeen suunnittelun aikana, on jaoteltu selkeisiin vaiheisiin Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR12 –RT-kortin mukaan (RT 10-11107 2013). Rakennuttajakonsulttipainotteisen näkökulman takia tässä tutkimuksessa käytetään HJR12:sta mukaista hankevaiheistusta.

HJR12:n (RT 10-11107 2013) mukaan rakennushankkeen suunnittelun hankevaiheet on jaoteltu suunnittelun valmisteluun, ehdotussuunnitteluun, yleissuunnitteluun, rakennuslupatehtäviin ja toteutussuunnitteluun. HJR12 ei kuitenkaan ota kantaa tietomallintamiseen. Tietomallinnettavan hankkeen terminologia ei noudata perinteistä hankevaiheistusta. Tietomallinnusta käyttävän rakennushankkeen suunnitteluvaiheen tuotokset nimetään termeillä vaatimusmalli, tilamalli, alustava rakennusosamalli ja rakennusosamalli (Penttilä et al. 2006a, s. 28-32). Tästä syystä tietomallinnusprosessin ja rakennuttamistehtävien teoreettisten hankevaiheiden vastaavuudet määritellään Kautto (2012) ja Karjula & Mäkelä (2012) mukaan tutkimuksen selkeyttämiseksi.

Taulukossa 2.1 on verrattu rakennushankkeen hankevaiheita tietomallintamisen eri vaiheisiin ja sen tuloksiin rakennushankkeen suunnittelijan näkökulmasta. Tietomallinnuksen vaiheiden nimet saattavat kuitenkin vaihdella julkaisusta riippuen.

Taulukko 2.1. *Rakennushankkeen suunnittelun hankevaiheet rakennuttajakonsultin ja suunnittelijan näkökulmasta (Kautto 2012; Karjula & Mäkelä 2012).*

Rakennushankkeen suunnittelun hanke- vaihe rakennuttajakonsultin näkökulmasta	Tietomallinnuksen vaihe suunnittelijan näkökulmasta
Tarveselvitys	Tontin malli / inventointimalli
Hankesuunnittelu / suunnittelun valmistelu	Vaatimusmalli / alustava tilamalli
Ehdotussuunnittelu	Tilamalli / tilaryhmämalli / tilavarausmalli
Yleissuunnittelu	Alustava rakennusosamalli / alustava rakennemalli, tilavarausmalli, alustava järjestelmämalli
Rakennuslupa	Rakennuslupa-aineisto ja hankintoja palveleva malli
Toteutussuunnittelu	Rakennusosamalli / rakennemalli, järjestelmämalli

Taulukko 2.1 toimii vastaavuustaulukkona läpi koko tutkimuksen käytettäville hankevaiheiden nimille. On huomattava, että todellisuudessa HJR12:sta mukaiset rakennushankkeen suunnittelun tehtävien suoritusajanjaksot voivat limittyä toistensa kanssa kokonaan tai osittain tai tehtävät voivat ajoittua eri vaiheisiin hanketta (RT 10-11107 2013, s. 1). Näin ollen myös tietomallinnushankkeen eri teoreettiset vaiheet voivat limittyä toisiinsa ajallisesti.

2.1.1 Rakennuttajakonsultin tehtävät, rooli sekä hänen tarvitsemansa tieto yleisesti koko rakennussuunnitteluprosessin aikana

Rakennushankkeen rakennuttamistehtäviä, joihin kuuluu muun muassa laadullisten, ajallisten ja taloudellisten tavoitteiden valvominen, hoitaa rakennuttajaorganisaatio, josta käytetään nimeä rakennuttaja. Rakennuttamistehtäviä voi hoitaa erimerkiksi rakennustoimikunta tai rakennuttajakonsultti. Rakennuttajaorganisaatioon kuuluu päättävä sekä toimeenpaneva elin. Päättävällä elimellä tarkoitetaan esimerkiksi rakennustoimikuntaa, muuta vastaavaa organisaatiota tai yksittäistä vastuuhenkilöä. Nämä tekevät rakennushankkeen johtamista koskevat päätökset tilaajalta saamansa valtuuksien mukaan (Kankainen & Junnonen 2001, s. 12-13).

Toimeenpaneva elin koostuu esimerkiksi projektipäälliköstä ja muusta projektin henkilökunnasta, jotka hoitavat varsinaiset rakennuttamistyöt. Toimeenpanevan elimen tehtäviin kuuluu rakennushankkeelle suunnitelmien perusteella asetettujen tavoitteiden toteutuksen ohjaus sekä tavoitteiden täyttymisen valvonta (Kankainen & Junnonen 2001, s. 13). Tässä tutkimuksessa rakennuttajaorganisaatio voidaan yksinkertaistaa rakennuttajakonsultiksi, joka hoitaa rakennuttamistehtäviä. Selkeyden vuoksi tässä tutkimuksessa puhutaan jatkossa vain yhdestä rakennuttajakonsultista, vaikka tosiasiaissa rakennushankkeen rakennuttajaorganisaatiossa voi olla useampi rakennuttajakonsultti.

Rakennuttajakonsultin tehtävä rakennushankkeessa on suorittaa tilaajalta saamansa tehtävät, ajaa tilaajan etuja sekä toimia tilaajan asiantuntijana objektiivisesti ja ammatti-

taitoisesti huomioiden hankkeelle asetetut tavoitteet (RT 13-11143 2014, s. 3). Rakennuttajakonsultin tehtävänkuvaan kuuluvat tilaajan ilmoittamien vaatimusten tyydyttäminen hankkeessa määriteltyjen tavoitteiden mukaisesti (Kankainen & Junnonen 2001, s. 12-13). Rakennuttajakonsultin toimenkuvaan kuuluvat osaltaan projektin ohjaus, hankkeen suunnitteluttaminen sekä koko rakennushankkeen johto niiden valtuuksien mukaisesti, mitä tilaajan toimeksiannossa on määritelty. Rakennuttajakonsultin rooli hankkeessa on toimia tilaajan edustajana muihin osapuoliin nähden (Kankainen & Junnonen 2001, s. 12-15).

Maankäyttö- ja rakennuslain (L 5.2.1999/132) mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvällä on tiettyjä huolehtimisvelvollisuuksia. Tässä tutkimuksessa rakennushankkeeseen ryhtyväksi tahoksi mielletään hankkeen tilaaja. Edellä mainittuja maankäyttö- ja rakennuslain velvollisuuksia tilaaja voi siirtää edelleen rakennuttajakonsultille konsulttisopimuksen kautta (Kankainen & Junnonen 2001, s. 12). Koska rakennuttajakonsultti hoitaa tilaajan asioita ja velvollisuuksia korvausta vastaan (RT 10-11107 2013; RT 13-11143 2014, s. 1-4), voidaan tilaajan tehtäviä ajatella myös rakennuttajakonsultin tehtävinä.

Rakennuttajakonsulttia ohjaavan tehtäväluettelon HJR12:sta (RT 10-11107 2013) mukaan rakennuttajakonsultin rooli hankkeessa tilaajaan nähden on olla taho, joka valmistelee ja esittelee tietoa tilaajalle tämän päätöksentekoa ja hyväksyntää varten. Myös Kankainen & Junnonen (2001, s. 14-15) tulkitsevat rakennuttajakonsultin toimenkuvan sisältävän hankkeen läpivientiä edistävien päätösten valmistelun tilaajalle. Näiden tehtävien suorittaminen pohjautuu rakennushankkeesta saatavissa olevaan ja suunnittelu-prosessin aikana syntyvään tietoon. Rakennuttajakonsultin tarvitsema tieto rakennushankkeen suunnitteluvaiheiden aikana liittyy siis kiinteästi rakennuttajakonsultin suorittamiin tehtäviin suunnitteluprosessin aikana.

Tilaajan tehtävänä on rakennushankkeen asianmukainen johtaminen, vaikka hän käyttäisikin rakennuttajakonsulttia (RT 13-11143 2014, s. 3). Tilaaja myös viime kädessä tekee päätökset ja valinnat hankkeen osalta yhdessä käyttäjän kanssa (RT 10-11107 2013). Kankainen & Junnonen (2001, s. 14-15) korostavat tilaajan roolia lopullisena päätöksentekijänä. Päätöksiä tehdäkseen tilaaja tarvitsee paljon tietoa ja tämän tiedon tilaajalle toimittaa rakennuttajakonsultti. Rakennuttajakonsultti valmistelee ja esittelee tiedon tilaajalle, jonka tehtäväksi jää hankkeessa tehtävien päätöksien hyväksyminen (RT 10-11107 2013). Koska tieto tilaajalle kulkeutuu rakennuttajakonsultin kautta, tarvitsee tilaaja päätöksiensä tekemiseen samoja tietoja kuin rakennuttajakonsultti (Kankainen & Junnonen 2001, s. 14-15). Rakennuttajakonsultin tietotarpeet pohjautuvat siis tilaajan tietotarpeisiin.

Rakennuttajakonsultilla ei ole ilman erillisiä valtuuksia oikeutta muuttaa rakennushankkeen suunnitelmia tai tehdä muitakaan päätöksiä tilaajan puolesta. Poikkeuksena tähän ovat esimerkiksi rakennusaikana tehtävät pienet ja kiireelliset muutokset (RT 16-10660 1998, §59). Rakennuttajakonsultin tulee siis toimia vain ja ainoastaan tilaajan tahdon välittäjänä. Rakennuttajakonsultti johtaa projektia tilaajaa varten.

Tilaajan asiantuntijana rakennuttajakonsultti vastaa tarvittavan tiedon esittämisestä tilaajalle. Rakennuttajakonsultin olisi siten hyvä huomioida mahdollinen tietomallinnusprosessin tuntemattomuus tilaajalle. Sirén (2013) esittää, että tilaajan tulee ymmärtää tietomallinnettavan rakennushankkeen rakenne sekä riippuvuussuhteet, vaikka tilaajan ei tarvitsekaan tietää tietomallintamisen teknisiä yksityiskohtia. Tilaajan on myös tunnettava tarjolla olevat tietomallintamisen tuomat mahdollisuudet (Sirén 2013).

Rakennusallalla toimivien tilaajien edustajien eli rakennuttajakonsulttien tulisi olla niin perehtyneitä rakennushankkeeseen, että he osaavat määritellä projektin sisällön sekä laajuuden ja täten antaa neuvoja sekä ohjeita hankkeen suunnittelua ja rakentamista varten. Vastaavasti rakennuttajakonsultilla tulisi myös olla hyvät kommunikointitaidot, jotta hän kykenee selkeästi välittämään eteenpäin tilaajan tärkeimmät päämäärät (Walker 1998, Wilkinson 2001 mukaan).

Rakennuttajakonsultin on kyettävä huolehtimaan projektin aikana ilmenevistä ongelmista. Rakennusprojektia johtaneilla yrityksillä on usein havaittu ongelmia koordinoita hankkeen muiden osapuolien toimintaa. Rakennuttajakonsultin rooli tilaajan edustajana tekee hänestä henkilön, jonka kanssa kaikkien muiden projektin organisaatioiden on asioitava puhuakseen tilaajan kanssa (Wilkinson 2001, s. 164-165). Tilaajan projektille asettamat epärealistiset tavoitteet ja etenkin kokemattoman tilaajan hankaluus hahmottaa hankkeen laajuutta tai budjettia hankaloittaa rakennushankkeen johtamista (Wilkinson 2001, s. 166). Rakennuttajakonsultin tulisi auttaa tilaajaa hahmottamaan hankkeen kustannusten koostumus, etenkin jos kyseessä on kokematon tilaaja (Wilkinson 2001, s. 168).

Tietomallipohjaisen suunnitteluprosessin soveltaminen edellyttää tietomallintamisen huomioivaa projektisuunnittelua. Tietomallintamisen hyödyntäminen edellyttää kolmen asian määrittelyä hankekohtaisesti: mikä on tietomallintamisen tarkoitus hankkeessa, mikä tietomallin sisältö tulee olla tämän tarkoituksen täyttämiseksi ja mikä on toimeenpanosuunnitelma tietomallintamisen tarkoituksen ja tietomallin sisällön toteuttamiseksi (Kymmell 2008). Rakennuttajakonsultti määrittelee nämä asiat jo hankesuunnitteluvaiheessa tai viimeistään suunnittelun valmisteluvaiheessa (RT 10-10992 2010, s. 8). Näistä kerrotaan tarkemmin alaluvussa 2.3.6.

Yleisesti rakennuttajakonsultin velvollisuus on huolehtia suunnittelun valvonnasta. Suunnitteluvaiheen aikana rakennuttajakonsultin on tiedettävä, edistyykö suunnittelutyö aikataulun mukaisesti, suunnitteluohjelmaa noudattaen ja tarpeelliset vaihtoehtoiset suunnitteluratkaisut huomioon ottaen (Koski 1989, s. 3-4).

On huomattava, että rakennuttajakonsultin tarkat tehtävät vaihtelevat aina tilaajan ja rakennuttajakonsultin välillä tehdyn sopimuksen sekä konsultin vastuualueiden määrittelyjen mukaan (RT 10-11107 2013, s. 1). Kaikki tässä alaluvussa mainitut tehtävät eivät todellisuudessa ole jokaisessa rakennushankkeessa rakennuttajakonsultin tehtäviä, vaan niiden suorittamisesta voi vastata esimerkiksi itse tilaaja.

2.1.2 Suunnittelun valmistelu

Ennen kuin rakennushankkeen suunnittelijat valitaan, rakennussuunnitteluvaiheen alkaessa rakennuttajakonsultin ensimmäisiin tehtäviin kuuluu suunnitteluohjeen laatiminen. Rakennuttamisorganisaation tehtävät sisältävät rakennuksen ja sen tulevan käyttäjän tarpeiden välittämisen suunnittelijoille suunnitteluohjeen avulla mahdollisimman selkeästi (Katainen 1990a, s. 7). Suunnitteluohjeen tarkoitus on esittää suunnittelijoille rakennushankkeen toiminnalliset, laajuudelliset, laadulliset, aikataululliset ja kustannukselliset tavoitteet sekä mahdolliset hankkeen erikoispiirteet (Katainen 1990b, s. 4). Ohjeen laatimista varten rakennuttajakonsultin tulee selvittää tarkoin käyttäjän tarpeet sekä käyttäjän toimintojen asettamat reunaehdot rakennukselle (Katainen 1990a, s. 7).

Viimeistään rakennushankkeen suunnittelun alkuvaiheessa rakennuttajakonsultin on selvitettävä suunniteltavan rakennuksen käyttötarkoitusta koskevat erityispiirteet, jotta ne voidaan ottaa huomioon suunnitteluratkaisujen ohjauksessa. Tällaisia erityispiirteitä ovat muun muassa mahdolliset laajennusvaraukset, viranomaismääräykset kyseiselle rakennustyyppille, rakennuksen kannattavuuslaskelmat sekä rakennukseen hankittava henkilöstö ja laitteet (Katainen 1990b, s. 1-2).

Myös tilojen käyttäjien tekemä suunnittelu tai heidän hankkeen ulkopuolisilla osapuolilla teettämänsä suunnittelu tulee määritellä suunnittelun valmisteluvaiheessa (RT 10-11107 2013, s. 9). Rakennuttajakonsultin tulee sopia rakennushankkeen suunnittelun aikana tapahtuvasta yhteydenpidosta käyttäjään, jotta heidän tarpeensa saadaan esille suunnittelun aikana. Rakennuttajakonsultin tulee myös sopia mahdollisista käyttäjän kanssa tehtävistä suunnitelmakatselmuksista sekä suunnitelmien hyväksyttämistä käyttäjäosapuolella (RT 10-11107 2013, s. 11).

Suunnittelutavoitteet on täsmennettävä siten, että kohteelle määritellään suunnittelun vaativuusluokat, selvitetään suunnittelutyön erityisvaatimukset ja tarpeellisen asiantuntemuksen tarve sekä selvitetään suunnittelutyön turvallisuus- ja viranomaisvaatimukset. Erikseen sovittaessa rakennuttajakonsultti huolehtii tilaajan puolesta siitä, että rakennus suunnitellaan paloturvalliseksi rakennuksen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla (L 5.2.1999/132, §117b).

Rakennuttajakonsultin on varmistettava se, että rakennuksen suunnittelussa otetaan huomioon kyseistä hanketta koskeva rakennuslupa ja rakentamista koskevat lait, säädökset ja määräykset (L 5.2.1999/132, §119). Lisäksi rakennuttajakonsultin on varmistettava, että rakennesuunnittelussa otetaan huomioon varsinaisen rakennustyön turvallinen toteuttaminen (RT 10-11107 2013, s. 9).

Jotta suunnittelutyö tapahtuisi mahdollisimman jouhevasti, tulee eri suunnittelualojen väliset rajapinnat sekä eri suunnittelualojen toimeksiantojen laajuudet selvittää ja määrittää tarkasti. Rakennuttajakonsultin on myös selvitettävä suunnittelutyön tietotekniset vaatimukset sekä eri suunnitelmien yhteensovittamisen tehtävät (RT 10-11107 2013, s. 9-10).

Erillisestä tilauksesta rakennuttajakonsultti suorittaa osana suunnittelun valmistelua myös hankkeessa syntyvän suunnittelutiedon hallintaan liittyviä projektipankin pääkäyt-

täjän tehtäviä. Tämä tarkoittaa projektipankin tai vastaavan suunnittelutiedon hallintajärjestelmän perustamista, käyttöoikeuksien hallintaa, projektipankin käytön ohjausta ja niin edelleen (RT 10-11107 2013, s. 10). Tässä tutkimuksessa oletetaan, että rakennuttajakonsultti suorittaa rakennushankkeen aikana projektipankin tai vastaavan järjestelmän hallinnan tehtävät.

Rakennuttajakonsultin tehtävinä suunnittelun valmisteluvaiheessa ovat suunnittelijoiden valinta yhdessä tilaajan kanssa ja varsinaisen suunnittelutyön käynnistäminen. Rakennuttajakonsultti organisoii ja järjestää suunnittelun aloituskokouksen (RT 10-11107 2013, s. 10-11). Suunnittelun aloituskokouksessa käydään läpi ainakin hankkeen tavoitteet, suunnitteluohjeet sekä suunnitteluasiakirjojen vaatimukset, suunnittelusopimusten velvoitukset, suunnittelun lähtötiedot, hankesuunnitelma, projektipankkiin liittyvät järjestelyt, suunnitteluasiakirjojen jakelu sekä hanke- ja suunnittelu aikataulu (VT 07.121 2014).

Suunnittelun aloitusvaiheessa tulee käydä läpi suunnitelmien, eli tässä tapauksessa tietomallien, yhteensovittaminen sekä suunnittelijoiden välinen yhteistyö. Rakennuttajakonsultti organisoii suunnittelijoiden yhteistyön siten, että rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje tulee laadittua. Samoin tulee sopia suunnitelmakatselmusten järjestäminen ja suunnitelmien hyväksyttämiseen liittyvät menettelyt (RT 10-11107 2013, s. 11). Rakennuttajakonsultti toimittaa lisäksi suunnitteluvaiheen käynnistyessä suunnittelijoille käyttäjän ja rakennuttajan hankkeelle asettamat vaatimukset esimerkiksi listauksina ja tunnuslukuina lähtötiedoiksi rakennuksen suunnittelua varten (Vakkilainen 2009, s. 97).

2.1.3 Suunnittelun ohjaus

Varsinainen suunnittelijoiden suunnittelutyö sekä rakennuttajakonsulttivetoinen suunnittelun ohjaus alkaa ehdotussuunnitteluvaiheesta ja se kestää suunnittelutyön valmistumiseen asti. Suunnitteluttamisella eli suunnittelutyön hallinnalla ja sitä kautta myös suunnittelun ohjauksella on projektinhallinnan näkökulmasta kaksi keskeistä vaikutus- aluetta: rakennuskohteen laatu sekä projektin kustannukset. Suunnittelun laadullisella ohjauksella ja suunnitelmien kustannusohjauksella rakennuttajakonsultti pyrkii asettamaan kustannustavoitteet hankkeelle ja sen tiloille sekä kehittämään suunnitelmien taloudellisuutta hankkeen muiden osapuolien kanssa (Kankainen & Junnonen 2001, s. 33-43). Lisäksi suunnittelun ohjauksella on projektinhallinnan näkökulmasta vaikutus myös hankkeen aikatauluun, koska suunnittelun ohjauksella vaikutetaan suunnittelutyölle käytettävissä olevaan aikaan (Perttilä & Sätilä 1994).

Tilaajan edustajan näkökulmasta rakennuttajakonsulttivetoisella suunnittelun ohjauksella tarkoitetaan tilaajan tavoitteiden täyttämistä. Tämä on rinnastettavissa projektinhallinnallisiin tavoitteisiin, sillä tilaajalla on myös tavoitteet laatuun ja kustannuksiin liittyen. Tilaajan näkökulmasta tarkemmin tarkasteltuna suunnittelun ohjaus edellyttää rakennuttajakonsultilta myös tilaajan tarpeiden tarkastelua: mitä tiloja tilaaja tarvitsee toimintojensa tueksi, miten arvokkaina hän toimintoja varten tarvittavat tilat näkee sekä miten hänen valintansa vaikuttavat rakennuksen kustannuksiin? Monet näistä asioista suunnitellaan jo hankesuunnitteluvaiheessa, mutta rakennuttajakonsultin työ tilaajan

teknisenä asiantuntijana jatkuu koko suunnitteluprosessin ajan. Rakennuttajakonsultin on kyettävä antamaan tilaajalle jatkuvasti palautetta hänen tekemiensä valintojen vaikutuksesta. Näin toteutetun suunnittelun ohjauksen avulla tilaajan mahdollisesti useat päättävät tahot saadaan sitoutettua yhteiseen tavoitteeseen, joka on rakentaa heille kaikille arvoa tuottava rakennus, johon he ovat tyytyväisiä (Pennanen 2013).

Suunnittelun ohjauksella rakennuttajakonsultti toteuttaa projektinhallinnan näkökulmasta rakennushankkeen lopputuloksen laadullista ohjausta. Rakennushankkeen laatu tulee määritellä tilaajan tavoitteiden pohjalta suunnittelutyön tuloksena syntyvinä suunnitelmina. Rakennuksen laatua puolestaan käsitellään käyttäjän näkökulmasta. Rakennushankkeen laatu muodostuu sen suunnitteluratkaisuista, teknisistä järjestelmistä ja varustetasosta, eli esimerkiksi tilankäytöstä tai arkkitehtonisista muodoista. Itse rakennuksen laatua voidaan puolestaan mitata sen toiminnassa, taloudellisuudessa, käytettävyydessä ja kelvollisuudessa käyttötarkoitukseensa (Perttilä & Sätilä 1994, s. 37).

Projektinhallinnan näkökulmasta rakennuttajakonsultti ohjaa hankkeen suunnittelutyötä myös kustannusten kautta. Suunnittelutyön aikana hän laskee rakennuksen kustannusarvion rakennusosa-arviolla, jossa rakennussuunnitelmista lasketuille eri rakennusosien määrille asetetaan kiinteät yksikkökustannukset. Rakennusosa-arviota verrataan hankeohjelmassa esitettyyn rakennuksen tavoitehintaan. Mikäli rakennusosa-arvio ylittää tavoitehinnan, käynnistää se suunnitelmien muutosprosessin, jonka tavoitteena on suunnitteluratkaisujen taloudellinen kehittäminen. Muutosprosessin ja suunnitelmien kehitysehdotuksien laatiminen vaatii rakennuttajakonsultilta kustannusarvion ja tavoitehinnan välisten erojen syiden selvittämistä. Tällöin rakennuttajakonsultti esimerkiksi selvittää mitkä osat suunnitelmissa ovat liian kalliita ja miksi (Kankainen & Junnonen 2001, s. 43).

Tämän tutkimuksen oletuksien mukaan suunnittelun ohjaus toimii rakennussuunnitteluvaiheen aikana käytännössä siten, että rakennuttajakonsultti ohjaa suunnittelua sekä järjestää ja johtaa suunnittelukokoukset koko rakennussuunnitteluvaiheen ajan (Tuuhela 2010, s. 23). Rakennuttajakonsultin vastuulle kuuluu näin ollen suunnittelun etenemisen raportointi tilaajalle koko rakennussuunnitteluvaiheen ajan (RT 10-11107 2013, s. 10-15).

2.1.4 Ehdotussuunnitteluvaihe

Ehdotussuunnitteluvaiheen tarkoituksena on tuottaa rakennukselle eri toteutusvaihtoehtoja. Kun suunnittelijat ovat laatineet ehdotussuunnitelmat, on rakennuttajakonsultin erikseen sovittaessa selvitettävä rakennusosa-arviolla tai kustannusarviolla eri ratkaisuvaihtoehtojen kustannukset eli hankkeen tavoitehintaa sekä rakennuksen ylläpitokustannukset (RT 10-11107 2013, s. 12). Rakennuttajakonsultin on ohjattava suunnittelijoita tietomallintamaan rakennushankkeen eri ratkaisuvaihtoehdot tavoitteiden mukaisesti ja riittävän karkeasti. Tämä johtuu siitä, että liian yksityiskohtaisilla malleilla eri ratkaisuvaihtoehtojen simulaatiot ja analyysit ovat liian raskaita (RT 10-10992 2010, s. 9).

Ehdotussuunnitteluvaiheessa tärkeimpänä analyysien tietolähteenä toimii arkkitehdin tietomalli (RT 10-10992 2010). Rakennuksen kustannusarvion laatimista varten

tarvitaan ARK-suunnittelijan tilamallista etenkin seuraavia tietoja: eri tilatyyppit ja niiden pinta-alat, kaikki netto- ja bruttopinta-alat, kerrospinta-alat, rakennuksen ulkovai-
pan pinta-alat, ulkoseinälinjan pituudet sekä rakennuksen kokonaistilavuus. Kaikki tie-
dot tulee saada kerroksittain laskennan helpottamiseksi (Tuuhea 2010, s. 16-17).

Rakennuttajakonsultti tarvitsee myös muuta tietoa avukseen ehdotussuunnitteluvai-
heen suunnittelun ohjaukseen. Hän tarvitsee tietoa eri ratkaisuvaihtoehtojen analyysiseis-
tä, kuten esimerkiksi rakennuksen energiankulutus, käyttölämpötilat, olosuhteet, valais-
tuksen määrä ja niin edelleen. Rakennuttajakonsultin asiantuntijarooliin perustuen hän-
nen tehtävänsä on näiden tietojen avulla arvioida eri ratkaisuvaihtoehtojen soveltuvuus
käyttötarkoitukseensa ja esitellä vaihtoehdot tilaajalle (RT 10-11107 2013, s. 12).

Ehdotussuunnitteluvaiheessa rakennuttajakonsultti aloittaa suunnittelukokousten jär-
jestämisen ja johtamisen (RT 10-11107 2013, s. 12). Suunnittelukokouksissa käydään
läpi jokaisen suunnittelualan asiat, hankkeen muiden osapuolten asiat, viranomaisasiat
sekä aikatauluun liittyvät asiat (VT 07.122 2014).

Ehdotussuunnitteluvaihe sisältää tarpeellisen määrän suunnittelukokouksia, joissa
rakennuttajakonsultin ohjauksella kehitetään suunnitelmia paremmiksi ja tarkemmiksi
aiemmin mainittujen tekijöiden, kuten esimerkiksi suunnitelmien laadun ja kustannuksi-
en, pohjalta. Rakennuttajakonsultti avustaa tilaajaa tämän päätöksentekoprosessissa,
jonka tuloksena tilaaja hyväksyy yhden ehdotussuunnitelmista. Valittua ehdotussuunni-
telmaa lähdetään jatkokehittämään seuraavaan suunnitteluvaiheeseen (RT 10-11107
2013, s. 12).

2.1.5 Yleissuunnitteluvaihe

Yleissuunnitteluvaiheen tavoitteena on tuottaa rakennushankkeen arkkitehtoniset, toi-
minnalliset sekä teknilliset ratkaisut (Kankainen & Junnonen 2001, s. 37-38). Edellä
mainittujen suunnittelun ohjauksen toimenpiteiden lisäksi yleissuunnitteluvaiheen
suunnittelun ohjauksella rakennuttajakonsultin tulee valvoa ja tarkastaa, että suunnitel-
lut tilat vastaavat tilaohjelmaa (Kankainen & Junnonen 2001, s. 38). Rakennuttajakon-
sultin on hyväksyttävä laaditut yleissuunnitelmat ja pääpiirustukset tilaajalla sekä
käyttäjällä ennen hankkeen siirtymistä rakennuslupavaiheeseen (RT 10-11107 2013, s.
13).

Rakennuttajakonsultti laatii erikseen sovittaessa yleissuunnitelmien kustannusarvion
niin rakentamiskustannuksista kuin ylläpitokustannuksista. Tämän vaiheen tarkoitukse-
na on varmistaa, että yleissuunnitelma ja sen toteuttamisesta seuraavat kustannukset
ovat tilaajan tavoitteiden mukaisia (RT 10-11107 2013, s. 13). Kustannuslaskelman
laatimista varten rakennuttajakonsultti tarvitsee hankkeen päivitettyt määrätiedot. Ehdot-
tussuunnitelmavaiheessa lueteltujen asioiden lisäksi rakennuttajakonsultti tarvitsee ra-
kennushankkeessa käytettävien rakennetyyppien määrät ja tiedot, eri seinä- ja laattara-
kenteiden paksuudet sekä muut tiedot rakennuksen rungosta (Tuuhea 2010, s. 19). Ra-
kennuttajakonsultin tulee tarkastaa, että tietomallin pohjalta laadittu kustannusarvio
vastaa hankkeelle asetettua tavoitehintaa (Kankainen & Junnonen 2001, s. 38).

2.1.6 Rakennuslupavaihe

Rakennuslupavaiheessa rakennuttajakonsultin on selvitettävä yhdessä pääsuunnittelijan kanssa hankkeessa tarvittavat luvat sekä muut tarvittavat viranomaistoimet. Viranomais-ten kanssa tulee pitää tarvittavat ennakkopalaverit ja hankkia ennakkolausunnot suunnitelmista. Kuulemisten jälkeen rakennuttajakonsultti teettää rakennuslupa-asiakirjat sekä muut mahdolliset selvitykset ja hyväksyttää nämä tilaajalla (RT 10-11107 2013, s. 14). Itse rakennuslupahakemusta varten rakennuttajakonsultin on teetettävä tietomallista rakennushankkeen pääpiirustukset (Kankainen & Junnonen 2001, s. 38). Hänen tulee ilmoittaa myös rakennushankkeelle valitut suunnittelijat osana rakennuslupahakemusta (Liuskala & Stoor 2014, s. 58).

Rakennuslupavaiheessa rakennushankkeeseen ryhtyvän lakisääteisiin velvollisuuksiin kuuluvat rakennusluvan hakeminen, rakennuspaikan naapurien kuuleminen sekä rakennuspaikalla vireillä olevasta lupahakemuksesta tiedottaminen rakennuspaikan ympäristössä. Kun tiedotukset ja kuulemiset on tehty, rakennuslupa voidaan jättää viranomais-ten käsittelyyn. Oikein laaditun hakemusprosessin tuloksena on yleensä hyväksytty rakennuslupa (RT 10-11107 2013, s. 14).

2.1.7 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaiheen tavoite on yleissuunnitteluvaiheen suunnitelmien kehittäminen rakentamisen ja hankintojen tarpeet täyttäviksi suunnitelmiksi. Toteutussuunnitteluvaiheen tulokseksi saadaan toteutussuunnitelmat, joiden perusteella rakentamisprosessin valmistelu alkaa. Urakka-asiakirjat ja urakkatarjouspyynnöt tehdään toteutussuunnitelmiin perustuen (RT 10-11107 2013, s. 15-16).

Rakennuttajakonsultin on sovittava suunnittelijoiden kanssa, missä valmiudessa suunnitelmien tulee olla urakkatarjouspyyntöjen lähettämistä varten sekä laadittava suunnittelijoille aikataulu toteutussuunnitelmatyön toteutukselle (RT 10-11107 2013, s. 15). Työ- ja asennuspiirustusten hyväksyttäminen tilaajalla kuuluu myös rakennuttajakonsultille.

Koska rakennuttajakonsultti vastaa suunnittelun ohjauksesta, hänen tehtäviinsä kuuluu toteutussuunnitteluvaiheessa selvittää rakennuksessa harjoitettavan toiminnan ja rakennuksen käytöstä aiheutuvat yksityiskohtaiset tarpeet. Myös tilaajan ja käyttäjän erillishankinnat tulee kartoittaa, jotta niille osataan varata sopiva määrä tilaa tilaratkaisu-ja suunniteltaessa (Kankainen & Junnonen 2001, s. 38).

Rakennuttajakonsultti järjestää toteutussuunnitteluvaiheen lopuksi suunnittelupake- teittain suunnittelukatselmukset, joissa verrataan laadittua tietomallia tavoitteisiin ja varmistetaan, että tilaaja saa toivomustensa mukaiset suunnitelmat. Rakennuttajakonsul- tin tehtäviin kuuluu suunnitelmapakettien hyväksyttäminen tilaajalla ja käyttäjällä (RT 10-11107 2013, s. 15).

Rakennuttajakonsultti teettää rakennushankkeen toteutussuunnitteluvaiheessa päi- vitetyn kustannusarvion toteutussuunnitelmien pohjalta. Erikseen sovittaessa rakennut- tajakonsultti laatii rakennusosa-arvion itse (RT 10-11107 2013, s. 15).

Rakennuttajakonsultin on myös varmistettava, että pääsuunnittelija tai tietomallikoordinaattori on huolehtinut eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensovittamisesta ja että laaditut tietomallit on tarkastettu. Rakennuttajakonsultille kuuluu myös suunnitelma-asiakirjojen ja sitä kautta tietomallien valmiuden varmistaminen hankeasiakirjojen sekä tarjouspyyntöjen laatimista silmällä pitäen. Suunnitelma-asiakirjojen valmiudella tarkoitetaan esimerkiksi tietomallien tarkkuustasoa sekä niiden laatua (RT 10-11107 2013, s. 15).

2.2 Suunnittelijoiden tehtävät tietomallipohjaisen rakennussuunnitteluprosessin eri vaiheissa

Rakennushankkeen suunnittelutyö edellyttää eri suunnittelualojen yhteistyötä hankkeen aikana. Tavallisessa talonrakennushankkeessa suunnittelutyössä ovat mukana ARK-, RAK-, GEO- ja TATE-suunnittelijat sekä mahdolliset erikoissuunnittelijat kuten esimerkiksi akustiikka-, sisustus- ja maisemasuunnittelijat (Kankainen & Junnonen 2001, s. 33). Näistä kaikista käytetään yhteisnimitystä rakennussuunnittelija (L 5.2.1999/132). Hankkeessa on oltava lain mukaan myös pääsuunnittelija (L 5.2.1999/132, §120a).

Tässä tutkimuksessa keskitytään ARK-, RAK-, ja TATE-suunnittelijoiden tehtäviin. Myös pääsuunnittelijan työnkuvan vaatimiin tehtäviin syvennyttään tietomallintamisen näkökulmasta. Erikseen käsitellään myös tietomallikoordinaattorin tehtäväkenttää. Tässä tutkimuksessa ei oteta kantaa siihen, mille suunnittelualalle pääsuunnittelu kuuluu.

Rakennussuunnittelijoiden tehtäviä käsitellään tässä alaluvussa samalla hankevaiheistuksella kuin alaluvussa 2.1. Lisäksi tässä alaluvussa käsitellään rakennussuunnittelijoilta vaadittavia suunnittelutuloksia hankkeen kussakin vaiheessa. On huomattava, että tietomallien tietosisältö voi vaihdella erityyppisissä hankkeissa, eikä mallien sisällöillä ole selvää rajapintaa. Näin ollen tietomallien tietosisältö on eri hankevaiheissa kumuloituvaa eli malli täydentyy ja mallin tieto tarkentuu jatkuvasti suunnittelun edetessä (Valjus et al. 2007, s. 28). Edellä mainituista asioista johtuen tietomallien tietosisältövaatimukset kussakin suunnitteluvaiheessa eivät ole täysin ehdottomia, vaan ne on tarkastettava jokaiselle hankkeelle ja suunnittelualalle yksilöllisesti erikseen.

2.2.1 Suunnittelijoiden yleiset velvollisuudet, tehtävät ja roolit rakennussuunnitteluprosessin aikana

Rakennussuunnittelija vastaa siitä, että hänellä on hankkeen alussa käytössään kaikki suunnittelussa tarvittavat lähtötiedot. Rakennussuunnittelijan tehtävä on huolehtia, että hänen laatimansa rakennussuunnitelma on hyvän rakennustavat mukainen sekä suunnitelma täyttää säädökset ja määräykset rakentamista koskien (L 5.2.1999/132, §120b). Jos rakennushankkeen jonkin suunnittelualan suunnitelmia laatii useampi kuin yksi suunnittelija, tulee yhden näistä suunnittelijoista olla nimetty kyseisen suunnittelualan kokonaisuudesta vastaavaksi suunnittelijaksi (Kankainen & Junnonen 2001, s. 34). Jos esimerkiksi rakennuksen LVI-suunnitelmia laatii kolmen LVI-suunnittelijan ryhmä, tulee yhden LVI-suunnittelijan vastata ryhmän suunnittelutyön kokonaisuudesta.

Pääsuunnittelijan tärkein tehtävä on vastata rakennushankkeen suunnittelun kokonaisuudesta ja suunnitelmien laadusta. Pääsuunnittelija vastaa siitä, että rakennushankkeen rakennussuunnitelmista ja mahdollisista erikoissuunnittelijoiden suunnitelmista muodostuu rakennettava kokonaisuus, joka täyttää rakentamista koskevat voimassa olevat määräykset ja säädökset (L 5.2.1999/132, §120a). Pääsuunnittelija vastaa lisäksi eri suunnittelualojen yhteistyön organisoinnista ja siitä, että eri suunnittelualojen suunnitelmissa ei ole ristiriitoja (A 1.7.2012, s. 8). Pääsuunnittelija vastaa siitä, että hankkeen suunnitelmat ovat yhteensopivat toistensa kanssa (RT 10-11108 2013, s. 7-11). Lisäksi pääsuunnittelijan vastuulla on huolehtia siitä, että kaikissa suunnitelmissa on huomioitu työsuojelua koskevat säädökset (RT 10-11108 2013, s. 8-11).

Pääsuunnittelijana toimiva suunnitteluala huolehtii siitä, että muut suunnittelualat tekevät tarvittavat suunnitelmat ja toimittavat suunnitteluvaiheilmoitukset suunnittelutyönsä etenemisestä. Pääsuunnittelijataho vastaa myös sellaisten asioiden ilmoittamisesta rakennuttajakonsultille, joilla on vaikutusta rakennuttajakonsultin huolehtimisvelvollisuuksien täyttämiseen (RT 10-11108 2013, s. 7-11). Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi sitä, että hankkeessa syntynyt suunnittelutieto velvoittaa rakennuttajakonsulttia johonkin toimenpiteeseen, vaikka luvan hakemiseen viranomaiselta.

Tietomallinnettavassa hankkeessa pääsuunnittelijan rooli voi olla paljon laajempi perinteiseen suunnittelutapaan verrattuna hankkeen määrittelyistä riippuen. Tietomallinnusta käytettäessä pääsuunnittelijan rooli voi sisältää ns. tietomallikoordinaattorin tehtäviä, jotka sisältävät esimerkiksi eri suunnittelualojen tietomallien yhdistämisen ja yhdistelmämallin tarkastuksen. Pääsuunnittelija voi myös itse toimia tietomallikoordinaattorina, mutta tämä tehtäväkenttä voidaan ulkoistaa myös jollekin hankkeen muulle osapuolelle (Tuuhea 2010, s. 8). Syitä tietomallikoordinoimisen tehtävien erottamiseen erilliseksi kokonaisuudeksi voivat olla esimerkiksi pääsuunnittelijan riittävän pätevyyden puuttuminen, pääsuunnittelijan ajallisten resurssien riittämättömyys tai jokin muu. Tietomallikoordinaattorin tehtäväkenttä voidaan tällöin liittää esimerkiksi rakennuttamisen tehtäväkenttään (RT 10-10992 2010, s. 4). Tuuhea (2010, s. 30) suosittelee, että pienemmissä kohteissa pääsuunnittelija voi itse suorittaa tehtävät, mutta isommissa rakennushankkeissa työmäärä kasvaa niin suureksi, että tietomallikoordinaattorin töiksi laskettavat tehtävät on syytä delegoida muulle kuin pääsuunnittelijalle. Tällöin tietomallikoordinointiin liittyviä tehtäviä voi hoitaa esimerkiksi ulkopuolinen kolmas osapuoli, erillinen tietomallikoordinaattori (Tuuhea 2010, s. 8).

Järvinen (2011, s. 4) määrittelee tietomallikoordinaattorin tehtävien sisältävän myös seuraavia asioita: hankkeen tietomallitavoitteiden määrittely, suunnitteluryhmän ohjaus, avustus tietomallien tekemisen oikeiden toimintatapojen löytämiseksi, tietomallien tarkastus sekä raportointi tilaajalle suunnittelutyön edistymisestä. Tehtävämäärittelystä voidaan nähdä, että toimenkuva on hieman samankaltainen kuin pääsuunnittelijan tehtävissä (RT 10-11108 2013). Tuuhea (2010, s. 8) kuitenkin painottaa, että tietomallien käsittelyyn liittyvissä tehtävissä, esimerkiksi tietomallien yhdistämisen hallinnassa, tarvitaan tarkoitukseen sopivia ohjelmia, ammattitaitoa sekä resursseja. Useat pääsuunnit-

telijat eivät vielä ole ottaneet tietomallikoordinoimiseen liittyviä tehtäviä osaksi omaa toimenkuvaansa (Tuuhea 2010, s. 8).

Pääsuunnittelijan tehtävistä ja tietomallikoordinaattorin vastuualueeseen kuuluvista tehtävistä löytyy päällekkäisyyksiä (RT 10-10992 2010). Pääsuunnittelija, tietomallikoordinaattori tai erikseen nimetty taho voi olla mukana vertailtaessa tilamallin bruttoaloja hankesuunnitteluvaiheessa laadittuun tilaohjelmaan. Sama taho voi olla myös mukana hankkeen tavoitekustannusten vertailussa tietomallista saatavaan rakennusosaosarvioon, mikäli näin sovitaan (RT 10-10992 2010, s. 9-12). Pääsuunnittelija, tietomallikoordinaattori tai erikseen nimetty taho vastaa yhdistelmämallin kokoamisesta, päivittämisestä ja julkaisusta hankkeen eri osapuolille (RT 10-10992 2010).

Tietomallinnettavassa hankkeessa jokaisen suunnittelualan velvollisuus ja tehtävä on tarkistaa oman suunnittelutyönsä tuloksena tuotettu tietomalli ennen sen jakamista muille hankkeen osapuolille (Niemi 2011, s. 83-84; Tuuhea 2010, s. 23). Kaikki suunnittelualat osallistuvat suunnittelijapalaveriin, joita pidetään rakennushankkeen varsinainen suunnittelukokousten välillä. Jokainen suunnitteluala jakaa tietomallinsa eli toimittaa sen palaveria varten yhdistelmämallin laatimisesta vastaavalle taholle .ifc-tiedostomuotoon käännettynä. Tämä vastaava taho voi olla esimerkiksi aiemmin mainittu tietomallikoordinaattori (Tuuhea 2010, s. 23).

Suunnittelijapalaverien tarkoitus on eri suunnittelualojen tietomallien yhteensopivuuden hallinta sekä suunnitteluprosessin kokonaistuloksen ristiriidattomuuden varmistaminen (Tuuhea 2010, s. 23) ja sitä kautta suunnitelmien yhteensovittaminen (RT 10-11108 2013, s. 7-11). Yhdistelmämallia tarkastelemalla suunnittelijat voivat visuaalisesti havaita eri tietomallien rakenteelliset risteämät ja törmäykset sekä sopia niiden korjaamisesta (RT 10-10992 2010, s. 5). Tuuhea (2010, s. 30) suosittelee, että yhdistelmämallin tarkastus jaetaan pienempiin malliryhmiin ja tarvittaessa jokin tietyn suunnittelualan tietomalli piilotetaan näkyvistä havainnollisuuden vuoksi. Suositeltavat vertailuparit yhdistelmämallissa ovat ARK-RAK, ARK-TATE ja RAK-TATE erikseen. Pääsuunnittelija, tietomallikoordinaattori tai erikseen nimetty taho vastaa varsinaisesta yhdistelmämallin sisällön tarkastamisesta (RT 10-10992 2010).

Suunnittelijapalaverissa havaittujen virheiden perusteella tehtävät suunnitelmamutokset toteutetaan aina kunkin suunnittelualan alkuperäiseen tietomalliin. Suunnittelijat toimittavat tämän jälkeen omista malleistaan uudet, korjatut versiot muiden suunnittelualan saataville esimerkiksi hankkeen projektipankkiin (RT 10-10992 2010, s. 5).

Niskakangas (2014, s. 45-49) erottaa vielä varsinaiset suunnittelijapalaverit erilleen yhdistelmämallin käsittelyä varten järjestetyistä yhdistelmämallikokouksista, joita voidaan kutsua myös suunnittelijoiden tietomallikatselmuksiksi. Hänen mukaansa suunnittelijapalaverit pidetään enemmänkin suunnittelijoiden keskinäisen tiedonvaihdon varmistamiseksi ja yhteisten suunnitteluratkaisujen löytämiseksi. Yhdistelmämallia käsittelevät kokoukset sen sijaan järjestetään tietomallien tarkastamisen, yhteen sovittamisen sekä tietomalleihin liittyvien ongelmien ratkaisemisen vuoksi. Niskakangas (2014, s. 48-49) kuitenkin toteaa, että suunnittelijapalaverit ja yhdistelmämallikokous voidaan yhdistää samaksi kokoukseksi ja ne sulautuvat helposti toisiinsa. Tästä johtuen tämä

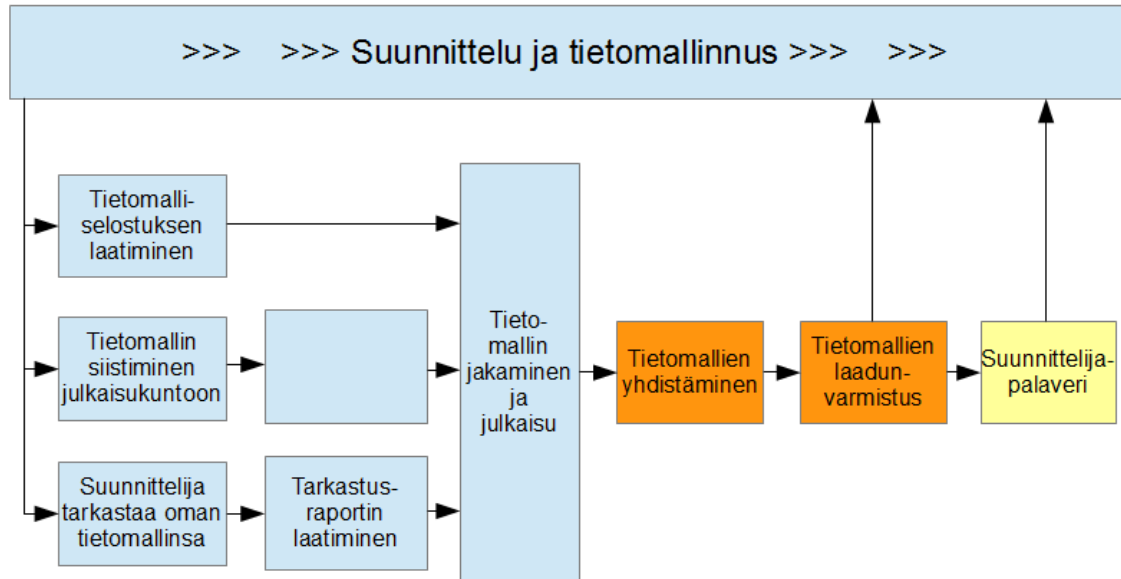
tutkimus ei erittele jatkossa suunnittelijapalavereja tai yhdistelmämallikokouksia, vaan käyttää nimeä suunnittelijapalaveri. Suunnittelijapalaverit järjestää pääsuunnittelija (RT 10-11108 2013) tai tietomallikoordinaattori.

Yhdistelmämallia käsittelevien palaverien yhteydessä jokainen suunnitteluala toimittaa omasta mallistaan tarkastuslomakkeen (Tuuhea 2010, s. 29). Tästä käytetään nimeä tietomalliselostus. Lehtisen (2014) mukaan tietomallien avulla viestittäessä tulee tietomallien mukana toimittaa aina tietomalliselostus, myös muulloinkin kuin suunnittelijapalavereja varten malleja julkaistaessa. Tietomalliselostuksen tarkoitus on avata tietomallin sisältöä.

Vakkilaisen (2009, s. 100) mukaan tietomallintamisen dokumentaatio ja tietomalliselostus nousee tärkeään rooliin tietomallin yhteiskäytön sekä mahdollisen jatkokäytön takia. Tietomalliselostuksesta tulee löytyä ainakin seuraavat hankkeen tiedot (Lehtinen 2014; Tuuhea 2010, s. 29; Vakkilainen 2009):

- tietomallin sisältämä tieto sekä mallin laajuus
- tietomallin laatija eli mallinnustyön suorittaja
- mallinnetun kohteen perustiedot
- tietomallinnuksen tarkoitus kyseisessä mallissa
- käytetty tietomalliohjelma ja tiedonsiirtoformaatti
- tietomallissa käytetty nimikkeistö ja mittayksikkö
- tietomallissa käytetty koordinaatisto, mahdolliset kerrokorkeudet sekä origo
- mallinnustarkkuus
- mahdolliset poikkeukselliset mallinnusmenetelmät sekä IFC-käännösvirheet
- dokumentaatio mahdollisista mallin ongelmista, sen virheistä tai niistä tekijöistä, jotka voivat vaikuttaa mallissa olevan tiedon luotettavuuteen

Tietomalliselostuksen laatiminen, tietomallien tarkastaminen, .ifc-tiedostomuotoon kääntäminen, tietomallien jakaminen, tietomallien yhdistäminen ja suunnittelijapalaverien järjestäminen ovat jatkuvia ja toistuvia prosesseja suunnittelun aikana (Niemi 2011, s. 84). Niiden järjestystä on havainnollistettu kuvassa 2.2.



Kuva 2.2. Tietomallien julkaisuperiaate. Periaate poikkeaa Niemen teoksesta siinä, että jotkin termit ovat muutettu tässä tutkimuksessa yleisesti käytössä oleviksi termeiksi (Niemi 2011, s. 84).

Kuvan 2.2 mukaisesti tietomallintavan suunnitteluprosessin aikana kaikki tietomalleja tuottavat suunnittelijat noudattavat samaa sykliä. Kuva 2.2 esittää vielä suunnittelijoiden oman tietomallin tarkastuksen ja yhdistelmämallin laatimisen yhteydessä suoritettavan törmäystarkastelun lisäksi ulkopuolisen laadunvarmistusprosessin (Niemi 2011, s. 84). Niemen (2011, s. 86) mukaan laadunvarmistusprosessin osana tietomallikoordinaattori tarkastaa, että kunkin suunnittelualan tuottama tietomalli vastaa laadittuja tietomalliohjeita. Tietomallikoordinaattorin suorittama tarkastus ei silti vähennä suunnittelualojen omaa vastuuta heidän tuottamista malleistaan (Niemi 2011, s. 86).

Rakennussuunnittelijoiden tehtävien suorittamisen helpottamiseksi Rakennustieto Oy on julkaissut RT-kortteina tehtäväluettelot eri suunnittelualoille määrittelemään suunnittelijoiden tehtävälaajuuksia, avustamaan suunnittelukokonaisuuksien hallinnassa ja käytettäväksi osana suunnittelutyön laadunvarmistusta (Kankainen & Junnonen 2001, s. 36). Tehtäväluettelot eivät kuitenkaan ota laajemmin kantaa tietomallintamiseen.

2.2.2 Suunnittelijoiden tehtävät suunnittelun valmistelussa

Lähinnä vain pääsuunnittelijalla ja/tai tietomallikoordinaattorilla on tehtäviä tietomallinnettavan rakennushankkeen suunnittelun valmisteluvaiheessa. Pääsuunnittelija ja/tai tietomallikoordinaattori voi esimerkiksi osallistua hankekohtaisten tietomalliohjeiden laatimiseen sekä tarpeen vaatiessa muiden suunnittelualojen suunnittelutarjouspyyntöjen ja suunnittelusopimusten laatimiseen (RT 10-10992 2010, s. 8), mikäli suunnittelun toteutusmalli tämän sallii.

Lisäksi pääsuunnittelija huolehtii, että suunnittelutoimeksiantojen lähtötiedot ovat suunnittelijoiden käytettävissä, ristiriidattomia ja suunnittelijoiden tiedossa. Pääsuunnit-

telija vastaa myös siitä, että hankkeen eri suunnittelualat ovat tietoisia, mitkä osat vaadittavista suunnitelmista ovat kunkin osapuolen vastuulla (RT 10-11108 2013, s. 6).

2.2.3 Suunnittelijoiden tehtävät ehdotussuunnitteluvaiheessa

Ehdotussuunnitteluvaiheessa suunnittelijoiden tehtävänä on luonnostella rakennushankkeen yleisratkaisun pääpiirteet. Ehdotussuunnitelmista on käytävä ilmi rakennuksen toiminnallinen, rakennustaiteellinen ja tekninen yleisratkaisu; rakennuksen sijoittuminen valitulle tontille; rakennuksen liittyminen ympäristöön ja sen soveltuminen maisemaan; rakennuksen perustamisolosuhteet tontin maa- ja kallioperässä; tontin ja lähialueen kunnallistekniikan valmius ja liittymismahdollisuudet sekä rakennushankkeen kustannusarvio (Kankainen & Junnonen 2001, s. 37). Yleisesti voidaan todeta, että muiden suunnittelualojen kuin ARK-suunnittelijan suunnitelmien tai tietomallien sisältö on ehdotussuunnitteluvaiheessa lähinnä vain periaatetasoista (RT 10-10992 2010, s. 9).

ARK-suunnittelija

Yleisesti ehdotussuunnitelmavaiheessa eri ratkaisuehdotuksia käsitellään vain arkkitehtimallin kautta (RT 10-10992 2010, s. 9). ARK-suunnittelija mallintaa tilamallinsa suoraan rakennushankkeen hankesuunnitteluvaiheessa luodun massa- tai tilaryhmämallin päälle (Tuuhea 2010, s. 16). ARK-suunnittelija mallintaa rakennuksen ulko- ja väliseinät kerroksittain (Tuuhea 2010, s. 16) laatien näin ehdotuksen rakennuksen jakautumisesta eri kerroksiin, osastoihin ja alueisiin (RT 10-11109 2013, s. 8). ARK-suunnittelija jaottelee rakennuksen tilaryhmiin (RT 10-10992 2010, s. 9), laatii ehdotuksen tilaohjelmaan kuuluvista ja siihen kuulumattomista tiloista sekä mallintaa ehdotukset toistuvien tilojen tyyppiratkaisuista. Lisäksi ARK-suunnittelija luo eri tiloille määritteet. Kullakin tilalla tulee olla tyyppi tai nimi, huoneala ja tilan korkeus (RT 10-11109 2013, s. 8).

ARK-suunnittelija mallintaa rakennuksen sijoituspaikkana toimivan tontin maaston muodot (RT 10-10992 2010, s. 9) sekä hahmottelee erilaisia tontinkäyttövaihtoehtoja, laatien näin luonnoksen asemapiirustuksesta (RT 10-11109 2013, s. 8). ARK-suunnittelijan tehtäviin kuuluu mallintaa ehdotukset rakennuksen julkisivuvaihtoehtoista ja niiden materiaaleista (RT 10-11109 2013, s. 8). Myös rakennuksen vesikatto tulee mallintaa rakennuksen arkkitehtonista sopivuutta ympäristöönsä ja kaupunkikuvaan silmällä pitäen (Tuuhea 2010, s. 16). ARK-suunnittelija laatii ehdotussuunnitteluvaiheen lopuksi kohteen rakennustapaselostuksen (RT 10-11109 2013, s. 8).

RAK-suunnittelija

Ehdotussuunnitteluvaiheessa RAK-suunnittelija määrittelee rakennesuunnittelussa käytettävät kuormitusrasitukset sekä tarpeen vaatiessa osallistuu rakennuksen muunneltavuustavoitteiden ja hankkeen elinkaari- sekä käyttöikätaavoitteiden määrittelyyn. RAK-suunnittelija määrittelee vaihtoehtoiset rakennetekniset mahdollisuudet sekä ratkaisuvaihtoehdot ja näiden rakennettavuuden rakennushanketta koskevalle tontille. RAK-

suunnittelija selvittää eri rakennejärjestelmävaihtoehdot ja niiden rakennusfysikaalisen toimivuuden, vertailee vaihtoehdot sekä erillisestä toimeksiannosta laatii hankkeen alustavan rakennusosamallin omalta osaltaan. Lisäksi RAK-suunnittelijan velvollisuuksiin kuuluu ehdotuksien laatiminen käytettävistä rakennetyypeistä ja päädimensioista kattavien perustukset ja rakenteen rungon (RT 10-11128 2013, s. 5-6).

Ehdotussuunnitteluvaiheessa RAK-suunnittelija suunnittelee eri rakennetyyppivaihtoehdot, rakennuksen perustamistapaan liittyvät vaihtoehdot ja rakennuksen rungon erilaiset vaihtoehdot kuhunkin ARK-suunnittelijan tilamalliin. Näitä asioita ei ehdotussuunnitteluvaiheessa välttämättä mallinneta, ellei asiasta erikseen sovita (RT 10-10992 2010, s. 9).

TATE-suunnittelija

TATE-suunnittelija esittelee ehdotussuunnitelmissaan talotekniikan järjestelmävalintoihin liittyvät vaihtoehdot, järjestelmien tilantarpeet, erilaisiin tilatyyppeihin liittyvät mitoitusavoitteet. TATE-suunnittelija laatii laskelmat ARK-suunnittelijan tietomallin pohjalta esimerkiksi rakennuksen energiankulutuksesta, sisäilman olosuhteista ja valaistus- tasosta. Erikseen tilattaessa nämä analyysit voidaan tehdä myös simuloimalla (RT 10-10992 2010, s. 9; RT 10-11129 2013, s. 10-13).

TATE-suunnittelija määrittelee ehdotussuunnitelmavaiheessa lisäksi rakennuksen teknisten tilojen sijoitteluun vaikuttavat ulkopuolisten verkostojen reitit. TATE-suunnittelija laatii yhdessä muiden suunnittelualojen kanssa erikseen rakennuksen kiinteille ja muuttuville tilaosille ne talotekniset sekä palo- ja turvatekniset vaihtoehdot, jotka soveltuvat ARK-suunnittelijan luomiin tilaratkaisuvaihtoehtoihin (RT 10-11129 2013, s. 10-11).

TATE-suunnittelijan laatimaa tietomallia sanotaan järjestelmämalliksi (Laine 2008, s. 14). Talotekniikan järjestelmämalli jaetaan tyypillisesti erillisiksi tietomalleiksi pääjärjestelmien mukaan. Pääjärjestelmät ovat lämmitys, ilmanvaihto, jäähdytys, sähkö sekä vesi ja viemäri (Laine 2008, s. 28-31). TATE-suunnittelija laatii järjestelmämallinsa pohjalta ehdotussuunnitelmat talotekniikan osalta yhdistettynä kuhunkin ARK-suunnittelijan tuottamaan tilamalliin (Laine 2008, s. 38; RT 10-11129 2013, s. 10-12).

TATE-suunnittelija laatii lisäksi rakennushankkeen analysointimallin ARK-suunnittelijan tilamallin pohjalta (Laine 2008, s. 14-15). Erikseen sovittaessa TATE-suunnittelija analysoi simulointiohjelmistolla tietomallinnetun rakennuksen sisäilmaolosuhteet sekä vuosittaisen energiankulutuksen kellonaikamuuttujan mukaan. Vastavasti voidaan toteuttaa myös koko rakennushankkeen elinkaarikustannusten analysointi ja eri vaihtoehtojen vertailu. Erikseen sovittaessa TATE-suunnittelija voi laskea, simuloida sekä tuottaa valokuvatasoisia 3D-kuvia tietomallista havainnollistamistarkoituksiin eri tilojen valaistusratkaisuvaihtoehtoista (RT 10-11129 2013, s. 12-13). Jotta analyysit voidaan toteuttaa, tulee ARK-suunnittelijan tietomallin sisältää kaikki rakenteiden tyyppimerkinnot ja tilat, kuten esimerkiksi seinät, katot, ikkunat, välipohjat, tilatunnukset ja tilanimet (Laine 2008, s. 38-39).

2.2.4 Suunnittelijoiden tehtävät yleissuunnitteluvaiheessa

Yleissuunnitteluvaiheessa suunnittelijat pyrkivät tuottamaan rakennuksen kiinteitä perusosia sekä hankkeen kiireellisiksi tiedettyjä osia koskevat suunnitelmat. Tietomallien ja niiden sisältämien suunnitelmatietojen tarkkuus kasvaa entisestään. Yleissuunnittelun tarkoituksena on viime kädessä tuottaa sellainen suunnitteluaineisto, että sillä voidaan hakea rakennuslupa (RT 10-10992 2010, s. 10).

ARK-suunnittelija

ARK-suunnittelijan tehtäviin kuuluu yleissuunnitteluvaiheessa alustavan rakennusosamallin laatiminen. Mallinnustyöhön tulee käyttää RAK-suunnittelijan laatimia rakennetyyppejä. Rakenneteknisesti erilaiset osat on mallinnettava eri rakennetyypeinä (Tuushe 2010, s. 18). Yleiset Suomessa käytettävät rakennetyypit tietomallintamisessa ovat saatavilla esimerkiksi Rakennustieto Oy:n julkaisusta RT-rakennetyypit tietomallinnuskäyttöön (2008). ARK-suunnittelija mallintaa rakennuksen väli- ja yläpohjat, kaikki seinät sekä ovet ja ikkunat (RT 10-10992 2010, s. 10). ARK-suunnittelija täydentää tietomallinsa tilasuunnitelmia ehdotussuunnitteluvaiheessa valitusta vaihtoehdosta. Tietomalliin suunnitellaan toimintojen sijoittuminen rakennukseen, täsmennetään tilaohjelman tilat sekä rakennuksen jakautuminen. ARK-suunnittelija varaa tilaa myös muiden suunnittelualojen järjestelmille (RT 10-11109 2013, s. 9).

ARK-suunnittelija jakaa yleissuunnitteluvaiheessa rakennuksen tilaosat kahteen osaan: kiinteistön kiinteäksi tarkoitettut tilat sekä rakennuksen toiminnan tilat, jotka on tehty kevyistä rakenteista ja tarkoitettu muuntuviksi. Kaikille tilaosille määritellään niiden käyttötarkoitukset sekä muuntojoustavuustavoitteet. Kaikkien tilojen tekniset ratkaisut suunnitellaan yhteistyössä tarvittavien erityissuunnittelijoiden kanssa sekä kummankin tilan teknisten järjestelmien vaatimat reitit ja varaukset mallinnetaan yhteensopiviksi rakennushankkeen kokonaisratkaisun kanssa. Kumpaankin tilaosaan suunnitellaan talo-, tila- ja tekninen varustelu sekä tilaosien pinnat. ARK-suunnittelija mallintaa eri tilojen sekä rakenteiden paloluokat, suojaustavat sekä poistumistiet yhdessä tarvittavien erityissuunnittelijoiden kanssa (RT 10-11109 2013, s. 10-11).

ARK-suunnittelijan tehtäviin kuuluu rakennuskohteen aluesuunnittelu yhteistyössä mahdollisen erityissuunnittelijan kanssa. ARK-suunnittelija mallintaa alueen käyttöratkaisun sen toimintojen vaatimusten mukaan sekä alueen liikenneratkaist. ARK-suunnittelijan tietomallissa tulee esitellä myös aluetypit sekä alueiden rakenteet periaatetasolla. ARK-suunnittelijan aluesuunnittelutehtäviin kuuluu lisäksi alueen talovarustelun, kalusteiden sijoittelun, teknisen varustelun sekä istutusten sijoittelun mallinnus (RT 10-11109 2013, s. 9).

ARK-suunnittelija mallintaa rakennuksen perustus- ja runkoratkaisun yhteistyössä RAK-suunnittelijan kanssa. ARK-suunnittelija suunnittelee omalta osaltaan julkisivun rakenteet ja varustelun tietomalliinsa yhteistyössä RAK- ja TATE-suunnittelijoiden kanssa. ARK-suunnittelija mallintaa myös rakennuksen vesikaton rakenteet ja näiden

varustelun yhteistyössä RAK- ja TATE-suunnittelijoiden kanssa. ARK-suunnittelijan tulee myös ottaa huomioon eri järjestelmien vaatimat reitit; järjestelmien varaukset vesikatolle ja julkisivuun; järjestelmien turvallinen rakentaminen ja hoito rakennusajan jälkeen (RT 10-11109 2013, s. 10).

RAK-suunnittelija

RAK-suunnittelija laatii perustusrakenteiden ja runkojärjestelmän yleissuunnitelman rakennusmateriaaleittain eriteltynä. Tämä sisältää muun muassa tasokaavioiden, yleisleikkauspiirustuksien ja rakennusosien periaatepiirustuksien tuotannon tietomallin pohjalta (RT 10-11128 2013, s. 7-9). Yhdistelmämallin ja eri suunnittelualojen suunnitelmien yhdistämisen näkökulmasta etenkin osien oikea geometriatieto on tässä vaiheessa tärkeää (Valjus et al. 2007, s. 28).

RAK-suunnittelija laatii rakennejärjestelmäselostuksen ja suunnittelee eristävät rakenteet rakennusosittain äänen-, lämmön-, veden- ja kosteudeneristyksen kannalta. Rakenteiden eristävyysominaisuudet mallinnetaan myös julkisivun ja vesikaton osalta sekä rakennuksen sisäpuolisten tilaosien osalta. RAK-suunnittelija laatii yleissuunnitelman laskelmat kuormitusten, kokonaisvakavuuden ja ulkovaipan U-arvojen osalta. RAK-suunnittelija laatii rakennemallin mitoittamista varten sekä periaatteelliset rungon rakenteiden, perustusten ja liitosten rakennelaskelmat. Yleissuunnitteluvaiheen päätteeksi RAK-suunnittelija laatii rakennustyöselostukset suunnitelmapaketeittain sekä osallistuu omalta osaltaan rakennusselostuksen laatimiseen (RT 10-11128 2013, s. 7-9).

Yleissuunnitteluvaiheessa RAK-suunnittelija osallistuu TATE-järjestelmien tilavarauksien ja reitityksien suunnitteluun. (RT 10-11128 2013, s. 7-9). Yksi vaihtoehto tämän toteuttamiseen on se, että TATE-suunnittelija tuottaa RAK-suunnittelijalle tilavaraukset sisältävän tietomallin, jossa on esimerkiksi reikävarausobjekteja erinäisten järjestelmien putkistoille. RAK-suunnittelijan tehtäväksi jää varsinaisten aukko-objektien lisäys eli rakenteiden aukotuksen ja rei'ityksen suunnittelu, sillä hänellä on vastuu rakennejärjestelmien toimivuudesta aukotettuina (Laine 2008, s. 35).

TATE-suunnittelija

Yleissuunnitteluvaiheessa TATE-suunnittelija määrittelee yhdessä muiden suunnittelualojen kanssa järjestelmien pääreitit. Alustavat laitekohtaiset kuormitustiedot tarkennetaan. TATE-suunnittelija mallintaa tietomallinsa sähkö, LVI- ja paloteknisten järjestelmien sekä automaatiojärjestelmien osalta sellaiselle tasolle, että tietomallista ja suunnitteluaineistosta voidaan tuottaa muun muassa tila- ja jakelujärjestelmät, järjestelmäkaaviot, asemapiirustukset ja alustavat laiteluettelot. Koska TATE-suunnittelu koostuu monesta eri teknisestä osasta ja pääjärjestelmästä, on eri TATE-suunnittelijoiden tutustuttava toistensa malleihin sekä suunnitelmiin ja vertailtava niiden suunnitteluratkaisuja ja tarpeita omiin malleihinsa sekä suunnitelmiinsa (RT 10-11129 2013, s. 14-15).

Erikseen sovittaessa TATE-suunnittelijan tehtäviin kuuluvat yleissuunnitteluvaiheessa myös energian tavoitekulutuksen laskenta ja sisäilmaolosuhdelaskenta. Erikseen sovittaessa TATE-suunnittelija suorittaa huoneiden lämpötilaolosuhteiden simuloinnin etenkin kesäaikana, jolloin huonelämpötilat saattavat kohota käyttäjän kannalta epämuokavan korkeiksi. TATE-suunnittelija voi myös toteuttaa näin sovittaessa yleissuunnitteluvaiheessa valaistuslaskennan ja –simuloinnin, talotekniikkajärjestelmien investointikustannuslaskennan, elinkaarikustannuslaskennan sekä rakennuksen käytön aikaisten ympäristövaikutusten arvioinnin ja hiilidioksidipäästöjen laskennan. Erikseen sovittaessa myös TATE-suunnittelija voi toteuttaa yleissuunnitelmiansa määräraivoinnin (RT 10-11129 2013, s. 16-17).

2.2.5 Suunnittelijoiden tehtävät rakennuslupavaiheessa

Suunnittelijoiden tärkein tehtävä on tuottaa rakennuslupavaiheessa rakennushankkeen rakennuslupan hakemiseen liittyvät asiakirjat. ARK-suunnittelija tuottaa rakennuslupa-asiakirjat ja pääpiirustukset, RAK-suunnittelija rakennetyypit ja TATE-suunnittelija rakennuksen energialaskelmat (RT 10-10992 2010, s. 10) eli rakennuksen energiatehokkuuden selvityksen (RT 10-11129 2013, s. 18). Pääsuunnittelija vastaa siitä, että kaikki rakennuslupa-asiakirjat, erityissuunnitelmat ja muut selvitykset toimitetaan rakennushankkeen kohteena olevan kunnan rakennusvalvontaviranomaisille. Pääsuunnittelija antaa myös kohteen energiatodistuksen liitettäväksi kohteen energiaselvitykseen (RT 10-11108 2013, s. 9).

Tuuhean (2010, s. 20) mukaan ARK-suunnittelija mallintaa alustavaan rakennusosamalliin rakennuslupavaiheessa alakattojen korkeusasemat sekä koteloinnit. Tietomallin tilaobjektien tulee sisältää yhteys rakennustapaselostukseen, johon on määritelty kunkin pinnan pintakäsittelytekniikka sekä materiaali. Näin tehtynä tietomallin tarkkuustaso vastaa rakennuslupavaiheessa vaadittavien teknisten piirustusten sekä markkinoinnin tarkoituksiin laadittavien visualisointien edellyttämää tarkkuutta.

2.2.6 Suunnittelijoiden tehtävät toteutussuunnitteluvaiheessa

Toteutussuunnitteluvaiheessa suunnittelijoiden yhteistävänä on laatia sellainen aineisto, jonka perusteella rakennuksen laatu voidaan määritellä ja sen materiaalimäärät voidaan laskea urakkatarjousten antamista varten. Toteutussuunnitelmavaiheen tarkoitus suunnittelijoiden näkökulmasta on varmistaa, että kaikista osasuunnitelmista muodostuu ehjä ja toisiinsa sopiva kokonaisuus (Kankainen & Junnonen 2001, s. 38).

ARK-suunnittelija

ARK-suunnittelija vie toteutussuunnitteluvaiheessa tietomallinsa rakennusosamallin tasolle esittäen kaikki rakenneosat, tilavarusteet, ikkunat, ovet ynnä muut yleisinä objekteina esimerkiksi RT-kortiston kalustetyyppejä tai tietomalliohjelman valmiita rakennekirjastoja noudattaen (Penttilä et al. 2006b, s. 51). ARK-suunnittelija mallintaa

tässä vaiheessa kohteen alakatot, kalusteet ja pinnat valmiiksi (RT 10-10992 2010, s. 11). Myös muut täydentävät rakenteet tulee mallintaa tässä vaiheessa (RT 10-10992 2010, s. 11), kuten esimerkiksi kaksoisjulkisivut ja pystyhormit (Tuuhea 2010, s. 20). Ikkunoiden ja ovien tarviketiedot tulee koota ikkunakaavioihin ja ikkunoiden sekä ovien yleiset laatuvaatimukset kirjataan rakennusselityksiin (Tuuhea 2010, s. 20).

ARK-suunnittelija täydentää rakennuslupavaiheen tietomalliaan aluesuunnittelun osalta siten, että alueen käyttösuunnitelmasta tehdään yksityiskohtainen ja siihen lisätään korkeusasemat. Tietomalliin lisätään kalustesuunnitelmat, tukimuurit, terassit ja pihaportaat sekä tarkennetaan talovarusteiden ja teknisten varusteluiden suunnitelmia (RT 10-11109 2013, s. 13).

ARK-suunnittelija täsmentää tietomallinsa sisältämää tietoa rakennuksen rungon suunnitelmien osalta sekä laatii tietomallin pohjalta mitoitettut arkkitehtisuunnitelmat koskien perustuksia, ulkopuolisia rakenteita, julkisivuja ja julkisivuihin liittyviä erillisrakenteita. Mitoitettut arkkitehtisuunnitelmat tulee laatia myös katto- ja kansirakenteista siltä osin, että ne kattavat vesi- ja lasikatot sekä niiden varusteet, kattoterassit ja pihakannet, vesikattorakenteiden detaljit sekä kansirakenteet. ARK-suunnittelija täsmentää suunnitelmiaan myös täydentävien rakenteiden osalta suunnittelemalla tietomalliinsa kaaviot, tyyppidetallit, luettelot ja heloitukset kaikista ikkunoista, ovista sekä väli- ja jakoseinistä. Myös kaikista kaiteista ja silloista tulee toteuttaa mitoitettut arkkitehtisuunnitelmat (RT 10-11109 2013, s. 13-14).

ARK-suunnittelija täsmentää tietomallinsa sisältämien tilaosien suunnittelutiedon varmistamalla muille suunnittelualoille tehtyjen tilavarausten riittävyyden. ARK-suunnittelija myös tarkentaa tilaosien käyttötarkoitukset ja muuntojoustavuustavoitteet. Tietomallin pohjalta laaditaan kiinteille tilaosille mitoitettut arkkitehtisuunnitelmat ja muuttuville tilaosille tyyppipiirustukset teknisten varusteiden osalta. Kiinteiden tilojen osalta mallinnetaan mitoitettut suunnitelmat tilavarusteista ja muuntuvien tilojen osalta varustepiirustukset tietomallin pohjalta. Kiinteiden tilojen pinnat mallinnetaan materiaa-limerkinnöin ja mitoituksin varustettuna, muuntuvien tilojen pinnoille riittää pintasuunnitelma ja –selostus. Kiinteät kalusteet, varusteet ja laitteet, märkätilojen kalusteet sekä mahdollisten keittiötilojen tai muiden erityistilojen kalusteet mallinnetaan periaatetasolla. ARK-suunnittelija määrittelee tietomalliinsa väestönsuojatilat sekä opastejärjestelmien periaatteet (RT 10-11109 2013, s. 14).

ARK-suunnittelija laatii tietomallistaan erikseen sovittaessa määräluettelon sekä täydentää pinta-ala-, tilavuus-, huoneistoala- ja hyötyalalaskelmat. ARK-suunnittelija osallistuu urakkarajaliitteen laadintaan sekä tekee kohteen huoneselosteet sekä pintakäsittelyselosteet (RT 10-11109 2013, s. 15).

RAK-suunnittelija

RAK-suunnittelija mallintaa toteutussuunnitteluvaiheessa perustusten, alapohjarakenteiden, runkorakenteiden, julkisivu- ja ulkotasarakenteiden sekä vesikattorakenteiden osat tietomalliinsa hankinta-asiakirjojen ja toteutussuunnitelmien laatimista vastaavalle

tasolle (Valjus et al. 2007, s. 28). Koska urakoitsijan on kyettävä laskemaan tarjous suunnitteluaineiston pohjalta, on tietomallin ja sen pohjalta tuotettavien suunnitelmien oltava toteutussuunnitteluvaiheessa tarpeeksi tarkkoja kantavien ja jäykistävien rakenteiden osalta (RT 10-10992 2010, s. 11-12).

Tietomallin pohjalta tuotetaan muun muassa taso- ja leikkauspiirustukset, kaaviopiirustukset, raudoituspiirustukset, varauspiirustukset ja elementtikaaviot. RAK-suunnittelija laatii rakennusselostuksen rakenteellisen osion. Erillisellä tehtävänannolla vastuualueisiin kuuluu myös aluerakenteiden toteutussuunnitelmien ja piirustuksien laatiminen tietomallin pohjalta (RT 10-11128 2013, s. 12-20).

Rakennusosamallin tilaosien suunnittelua varten RAK-suunnittelija mallintaa täydentävien rakenteiden rakennusfysikaaliset eristysrakenteet, rakennejärjestelmät, rakenteiden liitokset, detaljit ja liittymät hankintakyselyjen edellyttämälle laatutasolle (RT 10-11128 2013, s. 20-21). Lisäksi rakennusobjektien tietoihin määritellään objekteihin liittyvät rakenteet, kuten esimerkiksi listoitukset ja pellitykset (Valjus et al. 2007, s. 28). RAK-suunnittelija täydentää rakennuttajan turvallisuus- ja työturvallisuusasiakirjan omalta osaltaan ja varmistaa, että rakenteellinen turvallisuus on huomioitu. RAK-suunnittelija laatii hankintavaiheen rakennelaskelmat ja täydentää kantavien, jäykistävien ja täydentävien rakenteiden laskelmat huomioiden työnaikaiset kuormitukset, käyttökuormat, mahdolliset tulipalotilanteet sekä onnettomuuskuormat. Tarpeen vaatiessa täydennetään kuormitustiedot edellisten laskelmien perusteella rakennusosatoimittajien tuoteosamitoitusten perusteella. RAK-suunnittelija osallistuu myös tuoteosasuunnitelmien sekä tuotetoimittajien työmenetelmien soveltuvuuden tarkastamiseen (RT 10-11128 2013, s. 22-23).

TATE-suunnittelija

Toteutussuunnitteluvaiheessa TATE-suunnittelija määrittelee yhdessä muiden suunnittelualojen kanssa kaikkien kanavien, putkien ja johtojen reitit ja tekee näin oman osansa näiden keskinäisten suunnitelmien yhteensovituksessa. TATE-suunnittelija suunnittelee päätelaitteiden, -pisteiden sekä kenttälaitteiden sijoituspaikat ja toimittaa ARK-suunnittelijalle tiedon alakattoon asennettavien järjestelmien sijoituspaikoista alakattojen tarkemmaksi mallintamiseksi. TATE-suunnittelija tarkastaa yhdessä ARK-suunnittelijan ja käyttäjän kanssa, että sijoituspaikat sopivat yhteen kalustoratkaisujen kanssa. TATE-suunnittelija päivittää lopulta järjestelmämallinsa hankintojen vaatimalle tasolle siten, että mallin tai sen pohjalta tuotettujen suunnitelmien avulla pystytään laskemaan urakkahinta (RT 10-11129 2013, s. 19-20).

Tyypillisesti TATE-suunnittelijan järjestelmämallin toteutussuunnitteluvaiheen tarkkuus edellyttää sitä, että korkeusasemat vastaavat todellisuutta, kanavien eristyspaksuudet ja käytävien putkien eristykset on mallinnettu todellisina ja pystyosuuksien putket mallinnetaan eristämättöminä, pois lukien putkihormit. Kanavien ja putkistojen tulee väistää toisiaan, pois lukien pienidimensioisten putkistojen keskinäiset väistöt, esimer-

kiksi lämpöpatterien vesiputket. Pohjaviemärien korot tulee mallintaa todellisilla kallistuksilla, muut viemärit voidaan mallintaa kaadoitta (Laine 2008, s. 30-31).

Jotta talotekniikan järjestelmämallien pohjalta voitaisiin laatia analyysimallit ja tuottaa analyysijä, tulee kaikki verkostot mallintaa virtausteknisesti ehjinä siten, että jokainen verkoston osa ja järjestelmä liittyy muihin. Näin varmistetaan se, ettei katkoskohtia synny. Eri järjestelmämallien kerroskohtaiset järjestelmät ja niiden osat on myös liitettävä toisiinsa (Laine 2008, s. 28).

TATE-suunnittelija päivittää omalta osaltaan rakennuttajakonsultin laatiman työturvallisuusasiakirjan sekä urakkarajaliitteen ja toimittaa omien järjestelmiensä varaustarpeet RAK-suunnittelijalle tietomallina reikämitoitusta varten. Erikseen tilattaessa TATE-suunnittelija voi mallintaa järjestelmien liittymäalueiden olemassa olevan tekniikan. Erikseen sovittaessa TATE-suunnittelija voi myös suorittaa suunnitelmiansa rakennusosapohjaisen määrälaskennan ja luoda määräluettelot (RT 10-11129 2013, s. 20-22).

TATE-suunnittelija laatii erikseen tilattaessa myös järjestelmä- ja tuotesahankintoihin liittyvät suunnitelma-asiakirjat sekä järjestelmien toteutusta palvelevat asennussuunnitelmat tietomallin pohjalta. Erikseen sovittaessa TATE-suunnittelija laatii järjestelmäverkostojen laskelmat painehäviöiden, painetasapainotuksen ja äänitasojen osalta (RT 10-11129 2013, s. 23-24).

2.3 Tietomallit rakennushankkeessa rakennuttajakonsultin näkökulmasta

Tietomallinnusta käyttävä suunnittelu eroaa suuresti perinteisestä 2D-maailmassa toteutettavasta CAD-suunnittelusta (Eastman et al. 2008). Yksi syy tähän on se, että tietomalliohjelmien käyttämä teknologia sekä niiden toimintaperiaate on erilainen verrattuna tietokoneavusteiseen 2D-suunnitteluun (Hietanen 2005). Tietomalliohjelmien toiminnan perusasiat, ohjelmien käytön mahdollisuudet sekä niiden rajoitukset tulee ensin ymmärtää, jotta tietomalleja voitaisiin hyödyntää rakennushankkeissa tai tietomalleja laativille suunnittelijoille voitaisiin asettaa vaatimuksia.

Tässä alaluvussa käsitellään tietomallinnukseen liittyviä yleisimpiä käsitteitä ja termejä. Samalla käsitellään tietomalliohjelmien perusteknologiaa sekä nykyaikaisten tietomalliohjelmien toimintaperiaatetta. Lisäksi kuvataan erilaisia tietomalliohjelmiä ja niiden ominaisuuksia sekä tietomallien sisältöä ja mallien sisällön määrittelyä.

2.3.1 Tietomallintamisen peruskäsitteet

Tietomallinnus (tai tietomallintaminen) on prosessi, jossa tuotetaan ja analysoidaan rakennuksen tietoa sisältäviä tietomalleja sekä kommunikoidaan niiden välityksellä (Eastman et al. 2008, s. 15-16). Prosessi hyödyntää älykkäitä 3D-malleja sekä edellyttää tietynlaista työnkulkua ja projektin etenemiskäytäntöä (Hardin 2009, Azhar 2011, s. 242 mukaan). Tietomallinnuksella voidaan yhdistää erilaisia rakennusteknisiä näkökulmia, joita rakennusalalla on tyypillisesti pidetty yksilöllisinä tehtävinä (Krygiel & Nies 2008, Bynum et al. 2013, s. 25 mukaan).

Tietomallista puhuttaessa tarkoitetaan varsinaista rakennettavaa kohdetta kuvaavaa mallia. Tietomalli on virtuaalinen 3D-esitys todellisesta rakennuksesta, eli simulaatio rakennettavasta tuotteesta (Kymmell 2008). Tietomalli esittää rakennuksen eri rakennusosien kokoonpanon (Krygiel & Nies 2008, Bynum et al. 2013, s. 24-25 mukaan). Se on digitaalinen esitysmuoto rakennuksen tai rakennelman fyysisistä ja toiminnallisista ominaisuuksista (What is a BIM 2014).

Tietomalli on paljon enemmän kuin pelkästään rakennuksen fyysisien ominaisuuksien esitys. 3D-malli voi sisältää materiaali- ja geometriatiedon lisäksi tiedon rakennusosien määrästä, kustannuksista sekä niiden asennusaikataulusta. Tietomalli voi sisältää myös rakennuksen rakentamisen aikana kerätyn tiedon ja kohteen huoltoon liittyvän tiedon, jolloin mallia voidaan käyttää rakennuksen ylläpidossa (Smith, 2014).

Tietomalli muodostuu ohjelmistoteknisestä näkökulmasta katsottuna tietomallitiedostosta tai useammista tiedostoista, jotka sisältävät tietokantapohjaista tietoa (Eastman et al. 2008, s. 15). Tietomallin muodostavien tiedostojen määrä riippuu käytössä olevasta tietomalliohjelmasta, mutta tässä tutkimuksessa puhutaan selkeyden vuoksi vain yhdestä tietomallitiedostosta, joka kattaa kaiken tietomallin tiedon. Tietomallitiedostolla on sellainen erikoinen ominaisuus, että tietokoneella käytettävä tietomalliohjelma osaa tulkita tietomallitiedostossa esitettävät asiat samalla tavalla kuin ihminenkin. Esimerkiksi perinteistä 2D-suunnitteluohjelmaa käytettäessä tietokone tulkitsee 2D-rakennuspiirustuksen joukkona viivoja ja kaaria, siinä missä piirustusta lukeva rakennuttajakonsultti näkee oven. Sen sijaan tietomallitiedostossa esitettävän oven tietokone ”ymmärtää” tietomalliohjelman avulla ovena siinä missä ihminenkin (Hietanen 2005, s. 30-31).

Tietomalliohjelma on tietokonesovellus, joka käsittelee tietomalleja eli tässä tapauksessa tietomallitiedostoja. Se on käyttäjän ja tietomallitiedoston rajapinta (Smith 2013). Suunnittelijat käyttävät ohjelmia esimerkiksi rakennuksen suunnitteluun; insinöörit rakenteiden mitoittamiseen, määrälaskentaan ja energia-analyysihin; urakoitsijat rakennuksen rakentamisjärjestyksen suunnitteluun ja hankintoihin; omistajat, tilaajat ja käyttäjät kiinteistön hallintaan sekä ylläpitoon. Jotkin ohjelmista sopivat useammalle käyttäjärhmälle. Tietomalliohjelman ominaisuudet vaihtelevat sen mukaan, mihin työhön ohjelmaa on tarkoitus käyttää (Eastman et al. 2008, s. 70-77).

Tietomalliohjelman ominaisuudet määräytyvät ohjelman tarjoamien työkalujen mukaan. Työkalut ovat tietomalliohjelman sisältämiä sovelluksia, jotka tuottavat jonkin halutun tuloksen tai tiedon. Tietomalliohjelmat sisältävät tyypillisesti useita työkaluja, jotka sisältävät rajapintoja ohjelman muiden työkalujen kanssa. Esimerkiksi tietomalliohjelman määrälaskentatyökalun tulostama rakennuksen määräluettelo voidaan viedä kustannusarviotyökalun lähtötiedoksi (Eastman et al. 2008, s. 70).

Tietomallitiedoston voi tallettaa tai siirtää tietomalliohjelmaan tiedostomuodossa, jota tietomalliohjelma oletusarvoisesti käyttää (niin sanottu natiivimuoto). Natiivimuoto on tietomalliohjelman oma ”luonnollinen” tiedostomuoto. Tietomallitiedoston voi myös tallettaa ja siirtää .ifc-tiedostomuodossa, jolloin tiedosto soveltuu tiedon vaihtamiseen eri tietomalliohjelmien välillä. .ifc-tiedostomuotoon tallennetun tietomallitiedoston voi sekä tuoda eri tietomalliohjelmiin että viedä niistä ulos (IFC Overview summary 2014).

.ifc on avoin tiedostomuoto, jonka tavoitteena on toimia ohjelmistoriippumattomasti siten, että sitä voidaan käyttää millä tahansa IFC-sertifioidulla ohjelmalla (Vakkilainen 2009).

Tietomallien yhteydessä puhutaan usein myös yhdistelmämallista. Yhdistelmämalli on tietomalli, johon on yhdistetty monen eri suunnittelualan tietomallit eli tietomallitiedostot. Eri suunnittelualojen tuottamat tietomallit on asetettu yhdistelmämallissa ikään kuin päällekkäin (Laine 2008, s. 34), jolloin mallien objektien keskinäisiä sijainteja voidaan tarkastella xyz-koordinaatistossa (Tuuhela 2010, s. 26). Yhdistelmämallia käytetään muun muassa suunnitelmien yhteensovittamiseen (Laine 2008, s. 34).

2.3.2 Objektipohjaiset tietomalliohjelmat

Tietomalliohjelmat eroavat selkeästi perinteisestä CAD-pohjaisesta 2D-suunnittelusta siten, ettei niiden avulla rakennushankkeesta tuotettujen suunnitelmien tieto pohjautu käyttäjän piirtämiin viivoihin, erilaisiin muotoihin tai käyttäjän kirjoittamaan tekstiin. Tietomalliohjelmien käsittelemien tietomallitiedostojen sisältämä tieto kuvaa virtuaalisia rakennusobjekteja ikään kuin ne olisivat todellisia rakennusosia (Smith 2013). Jokainen virtuaalinen rakennusosa eli objekti sisältää tiedon osan geometriasta, sen materiaalista ja väreistä, sen liitostarpeista muihin objekteihin, objektin sijainnista kolmiulotteisessa avaruudessa ja objektin fyysisestä suorituskyvystä, kuten esimerkiksi käyttöikä, lujusluokka, huoltoväli ja niin edelleen (Eastman et al. 2008, s. 247). Tietomallitiedoston sisältö koostuu muun muassa tällaisista objekteista.

Objektien sisältämä tieto perustuu käyttäjän syöttämiin parametreihin ja ohjelman omiin sääntöihin. Esimerkiksi objektien sijainti voidaan parametrisoida suhteessa toisiin objekteihin, erilaisiin pintoihin tai pistekoordinaatteihin. Myös muita objektin ominaisuuksia voidaan muokata. Tämän takia virtuaalisia rakennusosia sanotaan parametrisiksi objekteiksi (Eastman et al. 2008, s. 38-47).

Tietomalliohjelmat sisältävät myös sellaisia objekteja, joiden tarkoitus on muokata rakennusosia kuvaavia objekteja. Nämä objektit eivät välttämättä kuvaa jotakin tiettyä fyysistä osaa, vaan esimerkiksi muodostavat aukkoja ja liitoksia seinäobjekteihin, yhdistävät pilariobjekteja palkkiobjekteihin sekä leikkaavat geometriaa (Eastman et al. 2008, s. 49). Aukko-objekteja ovat esimerkiksi rei'itykset ja tilavaraukset TATE-suunnittelua varten. Liitosobjekteja ovat esimerkiksi saumaliitokset, elementtiliitokset ja parametrisoidut betonivaluobjektit (Valjus et al. 2007, s. 32-33).

Jokaisella tietomalliin mallinnetulla tai tietomallin käsittelemällä objektilla tulee olla lisäksi yksilöivä tunniste, josta ne voidaan tunnistaa ja erottaa muista objekteista. Yksilöivä tunniste mahdollistaa tietomallin rakenteen sekä sen toiminnan. Näistä tunnisteista käytetään eri tietomalliohjelmissa eri nimikkeitä, esimerkiksi ”ID” tai ”nro”. Tietomallipohjaisessa tiedonsiirrossa tunnisteet tulee aina siirtää tietomallin objektien mukana, etenkin jos käytetään .ifc-tiedostomuotoa (Penttilä et al. 2006b, s. 38).

IFC-pohjaiset tietomalliohjelmat perustuvat yksilöllisiin GUID-tunnisteisiin. Kaikki IFC-pohjaiset tietomalliohjelmat lisäävät GUID-tunnisteet luotuihin objekteihin yleensä automaattisesti. Luotuja tunnisteita ei saa muuttaa, mikäli tämä vain on mahdollista.

Mikäli tietomalliohjelmassa on mahdollista käyttää ohjelman alkuperäisiä tunnisteita, eli Original GUID-tunnisteita, on niiden käyttö suositeltavaa kaikissa tapauksissa GUID-tunnisteiden sijasta (Penttilä et al. 2006b, s. 38).

Jokainen objekti kuuluu objektiperheeseen tai objektiluokkaan (Eastman et al. 2008, s. 38-47). Nämä nimet vaihtelevat käytettävissä olevan tietomalliohjelman mukaan, vaikka niiden merkitys on sama (Monteiro & Martins 2013, s. 250). Nämä luokat tai perheet määrittelevät objektille valmiiksi joitakin kiinteitä ominaisuuksia ja parametri-soituja arvoja, joiden avulla objektia voidaan muokata. Suunnitteluun tarkoitetut tietomalliohjelmat sisältävät valmiiksi luotuja objektiperheitä tai –luokkia (Eastman et al. 2008, s. 38-47). Jokainen tietomalliohjelma käsittelee ja ymmärtää objekteja eri tavalla. Erot johtuvat siitä, että jokaisella ohjelmalla on omat valmiiksi luodut objektiperheensä tai –luokkansa (Eastman et al. 2008, s. 46).

Tietomalli kykenee erottamaan objektien tiedon ja tiedon esitystavan toisistaan. Objektien tiedot tallentuvat tietomallitiedostoon tietomallin määräämän rakenteen mukaisesti. Tietomallitiedosto sijaitsee tietokoneen kiintolevyllä, mutta tietomallitiedoston tiedoilla ei ole kuitenkaan yksikäsitteistä esitystapaa. Tietomallin eri näkymät esittelevät objektien tietoa erilaisten sääntöjen mukaan, muodostaen näin erilaisia näkymiä. Kukin näkymä esittää tiedon omien sääntöjensä mukaan, mutta kaikki näkymät saavat tietonsa samasta paikasta, tietomallitiedostosta. Näin ollen kaksi eri näkymää eri näkökulmista eivät voi olla ristiriidassa keskenään, vaan tietomalli synkronoi eri näkymät automaattisesti (Hietanen 2005, s. 31). Esimerkiksi muutosten tekeminen suunnittelijan tietomallin yhdessä näkymässä päivittää automaattisesti tiedon tietomallitiedostoon, josta muut näkymät hakevat tietonsa esitystapansa pohjalle. Esimerkiksi pilaria kuvaavan objektin pituuden muuttaminen pohjakuvanäkymässä päivittää muutoksen myös tietomallin kaikkiin leikkausnäkyymiin.

2.3.3 Tietomalliohjelmatyypit

Vaikka kaikki tietomalliohjelmat käsittelevät objekteja, kaikkia ohjelmia ei ole tarkoitettu objektien luomiseen. Penttilä et al. (2006a, s. 52-56) mukaan tietomalliohjelmat voidaan luokitella neljään eri tyyppiin, jotka ovat suunnitteluohjelmat, tietomallipalvelimet, tietomallien tarkastusohjelmat ja tietomallien analysointi- ja simulointiohjelmat.

Suunnitteluohjelmia tarvitaan rakennuksen eri osien ja järjestelmien suunnitteluun sekä piirustusten tuotantoon. Tietomallipalvelimien tehtävä on koota eri suunnittelualojen tietomallit yhteen paikkaan ja avustaa tietomallien samanaikaisessa käytössä ja yhdistämisessä. Tarkastusohjelmia käytetään eri suunnittelualojen tietomallien yhdistämiseen, mallinnustyön koordinointiin ja virheiden poistamiseen. Analysointi- ja simulointiohjelmia sovelletaan tietomallin kuvaamien rakennusosien erilaisien ominaisuuksien tutkimiseen (Penttilä et al. 2006a, s. 52-56). Rakennusalalla käytettäviä tietomalliohjelmia on esitelty taulukossa 2.2, joka esittelee joitakin alan tunnetuimpia ja käytetyimpiä ohjelmia niin Suomessa kuin ulkomaillakin.

Taulukko 2.2. Rakennusalan kaupallisia tietomalliohjelmia (Penttilä et al. 2006a, s. 53-56; Laine 2008, s. 41).

Sovellustyyppi	Käyttökohde	Tuotenimi	Kehittäjä
Suunnittelu	ARK-suunnittelu	ArchiCAD	Graphisoft
Suunnittelu	ARK- ja RAK-suunnittelu	Revit	Autodesk
Suunnittelu	GEO-suunnittelu	Novapoint	Novapoint
Suunnittelu	GEO- ja infrasuunnittelu	Tekla Civil	Tekla
Suunnittelu	RAK-suunnittelu	Tekla Structures	Tekla
Suunnittelu	RAK-suunnittelu	Vertex	Vertex
Suunnittelu	TATE-suunnittelu	AutoCAD MEP	Autodesk
Suunnittelu	TATE-suunnittelu	MagiCAD	Progman
Suunnittelu	TATE-suunnittelu	Revit MEP	Autodesk
Suunnittelu	Valaistussuunnittelu	3ds Max	Autodesk
Tietomallipalvelin	Tietomallien yhteiskäyttö	BIM Server	BIMserver.org
Tietomallipalvelin	Tietomallien yhteiskäyttö	Graphisoft BIM Server	Graphisoft
Tarkastus	Määrä- ja kustannuslaskenta	Express	Tocoman
Tarkastus	Yhdistelmämallin tarkastus	Tekla BIMsight	Tekla
Tarkastus	Yhdistelmämallin tarkastus ja määrälaskenta	Navisworks Manage	Autodesk
Tarkastus	Yhdistelmämallin tarkastus ja määrälaskenta	Solibri Model Checker	Solibri
Analyysi/simulointi	Määrälaskenta	Navisworks Simulate	Autodesk
Analyysi/simulointi	Määrälaskenta	iLink	Tocoman
Analyysi/simulointi	Määrälaskenta, kustannuslaskenta, aikataulut	Vico Office	Vico Software
Analyysi/simulointi	Olosuhteet ja energia	Riuska	Granlund
Analyysi/simulointi	Olosuhteet ja energia	IDA ICE	Equa
Analyysi/simulointi	Rakenteiden statiikka	STAAD	Bentely
Analyysi/simulointi	Rakenteiden statiikka	Robot	Autodesk

Kuten alaluvussa 2.3.1 mainittiin, tietomalliohjelmien ominaisuudet vaihtelevat sen mukaan mihin tehtävään ohjelma on tarkoitettu. Mikään ohjelma ei kuitenkaan sovi kaikkiin projekteihin eikä mikään ohjelma omaa kaikkia tarvittavia toimintoja projektin kokonaisvaltaiseen läpiviemiseen tietomallipohjaista suunnitteluprosessia hyödyntäen. Hankkeessa tarvitaan eri ohjelmia eri suunnittelijoiden ja asiantuntijoiden käyttöön. Useilla tietomalliohjelmissä onkin rajapintoja toisten tietomalliohjelmien kanssa. Nämä rajapinnat on toteutettu usein avoimia tiedostomuotoja hyödyntävällä tiedonvaihdolla, esimerkiksi .ifc-tiedostomuodolla. Monet ohjelmat tukevat sekä IFC-pohjaisten tiedostojen ulosvientiä ohjelmasta että niiden latausta ohjelmaan (Eastman et al. 2008, s. 72).

Oikean tietomalliohjelman valinta vaatii perusymmärryksen koko tietomallinnusprosessista ja siihen liittyvistä konsepteista. Oikeaa ohjelmaa valittaessa on kysyttävä sellaisia kysymyksiä, kuten mikä on ohjelman käyttötarkoitus, mitä tuloksia ohjelmasta

halutaan, kuka ohjelmaa tulee käyttämään, mitä tiedostomuotoja ohjelman tulee tukea ja kuinka kauan ohjelman käytön oppiminen vie (Kymmell 2008).

Tässä tutkimuksessa perehdytään pääasiassa rakennussuunnittelijoiden sekä rakennuttajakonsultin käyttöön soveltuviin tietomalliohjelmiin, joita käsitellään alaluvuissa 2.3.4 ja 2.3.5. Tässä tutkimuksessa esitetyt ohjelmien ominaisuudet ja toiminnallisuudet eivät ole yksityiskohtaisia esittelyjä eri ohjelmien ominaisuuksista, sillä ohjelmistoja päivitetään ajan myötä. Ohjelmien ajantasaiset ominaisuudet ovat paremmin saatavilla esimerkiksi kunkin ohjelmistotoimittajan internet-sivuilla.

2.3.4 Rakennussuunnittelijoiden tietomalliohjelmien ominaisuudet ja toiminnot

Suunnittelijat tekevät tietomallintamistyönsä pääasiassa oman suunnittelualansa työhön tarkoitetuilla suunnitteluohjelmilla. Suunnitteluohjelmat ovat tarkoitettu rakennuksen tilojen ja rakennusosia kuvaavien objektien luomiseen ja niiden ominaisuuksien muokkaamiseen (Penttilä et al. 2006a, s. 53). Suunnittelijoilla on usein käytössään myös tietomallien analyysi- ja simulointiohjelmiä tietomallinnetun todellisuuden fysikaalisten ominaisuuksien arvioimista varten. Lisäksi pääsuunnittelijalla ja eri suunnittelualojen tietomallien yhdistämisestä vastaavalla taholla, kuten esimerkiksi tietomallikoordinaattorilla, on käytössään tietomallien tarkastukseen, suunnittelutyön koordinointiin ja eri tietomallien välisten ristiriitojen selvittämiseen tarkoitettuja tarkasteluohjelmia (Penttilä et al. 2006a, s. 55-56).

Useilla suunnitteluohjelmilla voidaan ajatella olevan kaksi eri käyttötilaa: mallintaminen ja piirtäminen. Mallintamistilassa suunnittelijat luovat rakennuksen varsinaisen tietomallin objektit ja käsittelevät objektien ominaisuuksia. Piirtämistilassa tietomallista voidaan luoda leikkaus- ja pohjapiirustuksia sekä automaattisesti että tuottamalla täydennystä vaativia piirustus pohjia, joihin lisätään tarpeelliset piirustusmerkinnät tietomalliohjelmalla tai 2D-suunnitteluohjelmalla (Penttilä et al. 2006a, s. 53). Sekä mallintamis- että piirtämistilassa ohjelmat kykenevät skaalaamaan mallinnettua virtuaalirakennusta. Näin ollen suunnitteluohjelmat pystyvät mallintamaan joko yksityiskohtaisella tarkkuudella tai käsittelemään useita objekteja samanaikaisesti (Eastman et al. 2008, s. 74).

Suunnitteluohjelmalla voi tuottaa tietomallin 3D-esityksestä niin paljon 2D-piirustuksia kuin tarve vaatii. Piirustukset voidaan tuottaa mistä tahansa kohtaa kolmiulotteista mallia kattaen minkä tahansa joukon objekteja. Piirustusta luotaessa kolmiulotteisen tiedon omaavat objektit muunnetaan 2D-esitykseksi suunnitteluohjelmaa käyttävän henkilön valitsemasta tasosta. Tietomallin 2D-näkymät päivittyvät automaattisesti, mikäli 3D-näkymässä tai muissa näkymissä tehdään muutoksia ja piirustukset voidaan näin luoda nopeasti uudestaan (Eastman et al. 2008, s. 21-22). Yleensä tietomallista luotuja piirustuksia pitää täydentää tietomalliohjelman piirtämistilassa tai erillisellä 2D-suunnitteluohjelmalla lisäämällä esimerkiksi selitystekstejä, jotka näkyvät vain piirustuksissa (Penttilä et al. 2006a, s. 53). Lisäksi tietomalleista voi tuottaa aidon nä-

köisiä kuvia todellisuuden havainnollistamiseksi sekä animaatioita visualisointitarkoituksiin (Azhar 2011, s. 242).

Suunnitteluohjelma voi tuottaa laatimastaan tietomallista virtuaalisen rakennuksen komponenttilistauksia ja mittaluetteloita (Penttilä et al. 2006a, s. 53). Suunnittelijan tietomalli mahdollistaa näin ollen rakennuksen määrälaskennan, sillä virtuaaliset materiaalmäärät ja -tilavuudet saadaan suoraan mallista ja ne päivittyvät automaattisesti kun mallia muokataan (Azhar 2011, s. 242).

Suunnitteluun tarkoitettut tietomalliohjelmat sisältävät työkaluja rakennusosia kuvaavien objektien ristiriitaisuuksien ja keskinäisten törmäysten tarkasteluun (Azhar 2011, s. 243). Tällä tarkoitetaan tietomallin eri objektien päällekkäisyystarkasteluja (Penttilä et al. 2006a, s. 14).

Suunnitteluohjelmat sisältävät objektikirjastoja, joissa on valmiita parametrisia objekteja, jotka ovat laadittu kunkin suunnittelualan yleiskäytäntöjen ja ohjeiden mukaan (Eastman et al. 2008, s. 54). Ohjelmat sisältävät myös valmiita objektiperheitä, joihin yksittäiset objektit kuuluvat. Yleisimpiä objektiperheitä ovat esimerkiksi seinät, lattiat, katot, pilarit ja palkit (Eastman et al. 2008, s. 38-75).

Objektien parametrit voidaan asettaa siten, että ne kuvaavat jonkin tietyn valmistajan tiettyä rakennusosatuotetta. Jos suunnittelija säätää esimerkiksi ontelolaattaa kuvaavan objektin geometriaa ja materiaaliominaisuuksia tarpeeksi tarkasti, voidaan objekti saada kuvaamaan tarkasti valmistajan X tehtaalla Y tuottamaa ontelolaattamallia Z. Monien tuotevalmistajien internet-sivuilla on mahdollista ladata objektiperheitä sekä tuoteobjektikirjastoja suunnittelijoiden käyttöön, kuten esimerkiksi huonekaluja. Nämä objektikirjastot muodostavat parhaimmillaan suunnittelijoille listan olemassa olevista oikeiden valmistajien markkinoilla olevista todellisista tuotteista, joista he voivat valita rakennukseen sopivimman rakennusosan (Eastman et al. 2008, s. 247).

Suunnitteluohjelmilla voidaan luoda myös itse uusia objektiperheitä ja objektityyppejä, joita ei ole ohjelman alkuperäisissä objektikirjastoissa. Myös valmiita objekteja pystytään muokkaamaan siten, että niistä muodostuu uusia objektiperheitä. Objekti voidaan luoda jopa vapaalla geometrialla ja lisätä sen ominaisuudet manuaalisesti. Objektin puuttuminen suunnitteluohjelman valmiista kirjastosta ei siis ole este objektin luomiselle (Eastman et al. 2008, s. 54-55).

Suunnitteluohjelmalla luotu tietomalli voidaan viedä myös suunnittelijoiden käyttämiin analyysi- ja simulointiohjelmiin, joilla lasketaan energia-analyysyjä, arvioidaan rakennushankkeen kustannuksia, mitoitetaan rakenneratkaisuita ja hallinnoidaan rakennusprojektia (Eastman et al. 2008, s. 22-23). Analyysiohjelmien ominaisuudet riippuvat suuresti siitä, mitä asioita niillä on tarkoitus analysoida tai simuloida (Penttilä et al. 2006a, s. 56) ja näin ollen myös siitä, minkä suunnittelualan niitä on tarkoitus käyttää. Tämän takia eri suunnittelualojen käyttämien analyysiohjelmien ominaisuudet ja toiminnot käsitellään tässä tutkimuksessa kunkin suunnittelualan mukaan.

Tietomallien tarkastusohjelmien tarkoitus on yhdistää eri suunnittelualojen tietomallit ja tarkastaa niiden sisältämät suunnitelmat virheiltä ja päällekkäisyyksiltä. Ohjelmien tarkoitus on avustaa suunnitelmaratkaisujen yhteensovittamisen havainnollistamisessa

sekä auttaa huomaamaan mahdolliset suunnittelupuutteet tai ennalta arvaamattomat asiat (Penttilä et al. 2006a, s. 55). Monet ohjelmista tarjoavat myös muita analysointi- tai mittaustryökaluja (Eastman et al. 2008, s. 238-239). Näitä tarkastusohjelmia käyttää esimerkiksi pääsuunnittelija (Penttilä et al. 2006a, s. 55).

ARK-suunnittelijan tietomalliohjelmia ovat suunnitteluohjelmat, joita käytetään rakennuksen tilojen, muotojen ja ulkonäön suunnitteluun sekä arkkitehtisuunnitelmien tuottamiseen. Suunnitteluohjelmalla voidaan havainnollistaa suunnittelun alkuvaiheessa tilojen keskinäinen liittyminen toisiinsa sekä luoda rakennushankkeen tilaohjelma määrättyä tarkuutta varten. ARK-suunnittelijan suunnitteluohjelma sisältää työkalut rakennuksen arkkitehtonisen ulkomuodon muokkaamiseen sekä tilojen kalusteiden ja varusteiden lisäämiseen. Suunnitteluohjelmaa voidaan käyttää myös visualisointiin ja materiaallivaihtojen tekemiseen tuottamalla havainnollistamistarkoituksia varten tarkkoja perspektiivikuvia, jotka ovat hyvin aidon näköisiä (Penttilä et al. 2006b).

RAK-suunnittelijan tietomalliohjelmia ovat varsinaiset tietomalleja luovat suunnitteluohjelmat sekä analysointiohjelmat rakenteiden mitoittamiseen (Valjus et al. 2007, s. 34-35). Suunnitteluohjelmat kykenevät mallintamaan sellaiset perusobjektit, joilla luodaan rakennuksen kantava tai kantamaton runko. Ohjelmat sisältävät työkaluja esimerkiksi palkkien ja pilarien luomiselle sekä rakennusosien välisten liitosrakenteiden laatimiseksi. Mallinnusohjelmat tuottavat rakennemallin, johon voidaan myös mallintaa rakenteiden kuormat ja erilaiset kuormitusyhdistelmät (Eastman et al. 2008, s. 225).

Useimmat mitoittavat ohjelmat pystyvät luomaan RAK-suunnittelijan laatiman rakennemallin pohjalta laskentamallin tai mitoitusmallin, jota käytetään rakenteiden varsinaiseen mitoittamiseen (Valjus et al. 2007, s. 28-35). Mitoitusohjelmilla voidaan laskea rakenteiden rasitukset luomalla rakenteita kuvaavan tietomallin pohjalta ideaalitulanteen yksinkertaistettu malli. Tämä vaatii kuitenkin kuormien ja materiaalitietojen syöttämistä rakennemalliin (Eastman et al. 2008, s. 223-225).

TATE-suunnittelijan käyttämiä tietomalliohjelmia on karkeasti kahta eri tyyppiä: järjestelmämallinnusohjelmia, jotka luokitellaan suunnitteluohjelmiksi sekä analyysi- ja simulointiohjelmia. Järjestelmämallinnusohjelmien ominaisuuksiin kuuluu varsinaisten talotekniikkajärjestelmäosien luominen. Järjestelmämallinnusohjelman työkalut sisältävät usein myös taloteknisten järjestelmien mitoitusominaisuuksia (Laine 2008, s. 14-16). Järjestelmämallinnusohjelmat mahdollistavat tietomallien laatimisen ja korkeus- ja tilajärjestelmien hallitsemisen kerroskohtaisesti. Järjestelmämallinnusohjelmalla tuotetaan suunnitteludokumentit tuotantoa varten sekä sillä on mahdollista tuottaa myös 3D-tulosteita havainnollistamistarkoituksiin. Lisäksi järjestelmämallinnusohjelmalla saadaan tuotettua tietomallin määrätiedot laskennan avuksi ja erilaisten järjestelmien laitetiedot teknistä ylläpitoa ja huoltoa varten (Laine 2008, s. 27-28).

Analyysien avulla määritetyt tilakohtaiset talotekniikan tarpeet toimivat talotekniikan järjestelmämallinnuksen lähtötietoina (Laine 2008, s. 16-18). TATE-suunnittelijan analyysi- ja simulointiohjelmien avulla analysoidaan tietomallinnettujen rakennusten fysikaalisia ominaisuuksia eri näkökulmista (Penttilä et al. 2006a, s. 56). Rakennuksen fysikaalisten ominaisuuksien analyysien tuloksia käytetään myös TATE-suunnitelmien

tavoitteenmukaisuuden arvioimiseen. Tärkeimmät analyysimalleista suoritettavat talotekniset analyysit ja simuloinnit ovat rakennuksen sisäilmaston olosuhdesimuloinnit, ilmapvirtausten simuloinnit, energiankulutuksen simuloinnit, elinkaarikustannusanalyysit, ympäristövaikutusanalyysit sekä talotekniikan visualisoinnit (Laine 2008, s. 18).

Sisäilman olosuhdesimuloinnit tuottavat LVI-järjestelmien mitoituksen lähtötiedot. Olosuhdesimuloinnit ilmaisevat tilakohtaisen ilmanvaihdon, lämmityksen ja jäähdytyksen tarpeet. Näitä tietoja tarvitaan etenkin ilmastointijärjestelmien mitoitukseen. Lämpöolosuhteita tarkasteltaessa kiinnitetään huomiota muun muassa tilakohtaisten sisälämpötilojen arvoihin kuumina kesäpäivinä sekä rakenteellisten ratkaisujen, kuten ikkunoiden sijoituspaikkojen, vaikutukseen. Analyysijä käytetään myös koko LVI-järjestelmän koon mitoitukseen (Laine 2008, s. 20).

Virtaussimulointeja sovelletaan sisätilojen lämpötilojen kerrostumisen analysointiin, tilan sisällä tapahtuvien ilmapvirtausten analysointiin ja etenkin termisiltä olosuhteiltaan haasteellisiin tiloihin. Tyypillisiä käyttökohteita virtaussimuloinneille ovat suuren auringokuorman omaavat tilat tai korkeat tilat (Laine 2008, s. 21).

Energiasimulointien avulla saadaan tietoa rakennushankkeen energiatehokkuudesta ja erilaisten suunnitteluratkaisujen, joko taloteknisten tai rakenteellisten ratkaisujen, vaikutuksesta koko kohteen energiankulutukseen. Energiasimuloinneilla voidaan selvittää rakennuksen käytönaikainen lämmitys- ja jäähdytysenergiankulutus, LVI- ja sähköjärjestelmien sähkönkulutus sekä vedenkulutus (Laine 2008, s. 22).

Elinkaarikustannuslaskennan avulla on tarkoitus määrittellä talotekniikkajärjestelmien investointi-, hoito-, huolto-, kunnossapito- ja energiakustannukset. Tärkeintä elinkaarikustannusten laskennassa on eri vaihtoehtoisten ratkaisujen kustannuserojen selvittäminen. Elinkaarikustannusvertailut voivat kohdistua myös muiden suunnittelualojen laatimien suunnitteluratkaisuvaihtoehtojen elinkaarikustannusten selvittämiseen, jolloin TATE-suunnittelijan työ kattaa vain energiavaikutusten laskennan (Laine 2008, s. 23-24).

Ympäristövaikutusanalyysien tarkoitus on tuottaa tietoa rakenteiden ja taloteknisten järjestelmien käytön aikaisista ympäristövaikutuksista. Analyysit ovat tehokkaimmillaan eri ratkaisuvaihtoehtojen vertailutyökaluna, kun mitataan rakennuksen hiilidioksidipäästöjä koko elinkaaren aikana (Laine 2008, s. 25).

Talotekniikan visualisointien tehtävänä on havainnollistaa taloteknisten järjestelmien näkyviin jäävien päätelaitteiden ulkonäkövaikutus kohteen tiloissa sekä valaisinten ominaisuuksien vaikutus kohteen valoisuuden lopputulokseen. Valaistusvisualisointeja käytetään valitsemaan tiloihin sopivat valaisimet siten, että tilojen ominaisuudet ovat suotuisat valaistusvoimakkuuden, heijastuksien ja häikäisyn osalta (Laine 2008, s. 26-27). Valaistusvisualisoinnit tuottavat karkeatasoisia tai valokuvamaisia kuvia mallinnetuista tiloista (RT 10-11129 2013).

2.3.5 Rakennuttajakonsultti tietomalliohjelmien käyttäjänä

Tässä alaluvussa tarkastellaan rakennuttajakonsulttia sekä hänen rooliaan tietomalliohjelmien käyttäjänä. Rakennuttajakonsultin käyttämien tietomalliohjelmien ja tietomallintamiseen liittyvien prosessien hyötyjä tarkastellaan alaluvussa 2.4.

Suomenkielisestä, amerikkalaisesta ja brittiläisestä kirjallisuudesta ei löytynyt tietoja rakennuttajakonsulteille kehitetyistä tietomalliohjelmista. Viitteitä ei myöskään löytynyt siitä, että rakennuttajakonsultti laatisi itse omia tietomallejaan hanketta varten, sillä konsultti ei ole hankkeessa suunnittelijan roolissa. Tässä tutkimuksessa oletetaan, että rakennuttajakonsultti hyödyntää muiden tahojen luomia tietomalleja sekä niistä saatavaa tietoa käsittelemällä niitä tietynlaisilla tietomalliohjelmilla.

Alaluvun 2.3.3 mukaan rakennuttajakonsultin on valittava tietomalliohjelma omien käyttötarpeidensa ja tehtäviensä mukaan. Vaikka markkinoilta ei löytyisikään vain ja ainoastaan rakennuttajakonsultille tarkoitettuja tietomalliohjelmiä, monet ohjelmatyypeistä kuitenkin sopivat konsultin käyttöön.

Alaluvun 2.1.1 mukaan rakennuttajakonsultin tehtävät sekä hänen tietotarpeensa liittyvät tilaajan tehtäviin ja tietotarpeisiin sekä tilaajan etujen ajamiseen. Edellä mainittujen rakennuttajakonsultin tehtäväkuvausten perusteella rakennuttajakonsultti tarvitsee tietomalliohjelmalta ominaisuuksia, joilla konsultti voi suorittaa omat tehtävänsä muun muassa tilaajan edustajana, konsulttina ja neuvonantajana, suunnittelun ohjaajana sekä suunnittelutyön valvojana. Nämä tehtävät on lueteltu tarkemmin alaluvussa 2.1. Lisäksi rakennuttajakonsultin rooliin liittyen konsultti tarvitsee tietomalliohjelmalta kykyä käsitellä ja analysoida mallin informaatiota tilaajan päätöksenteon helpottamiseksi sekä ohjata ja valvoa projektin toteutusta tilaajan tehtävänannon mukaan. Näihin perustuen rakennuttajakonsultin käyttämältä tietomalliohjelmalta vaadittavia ominaisuuksia tarkastellaan tässä tutkimuksessa tilaajan näkökulmasta. Eastman et al. (2008, s. 151-172) mukaan tilaaja voi käyttää tietomallinnusta muun muassa seuraaviin asioihin:

- kustannusarvioiden tekemiseen
- suunnittelutyön koordinointiin
- rakennuksen analysointiin
- hanke- ja tilaohjelman toteutumisen varmistamiseen ja sitä kautta tilaratkaisujen toiminnan tarkasteluun

Hankkeen tietomallinnuksesta saatavia hyötyjä tilaajalle sekä rakennuttajakonsultille on käsitelty tarkemmin alaluvussa 2.4.

Toinen vaihtoehto arvioida rakennuttajakonsultin käyttämien tietomalliohjelmien ominaisuuksia on tarkastella niitä projektinhallinnan eri osa-alueiden näkökulmasta. Rakennushankkeen toteuttaminen on projektimuotoista liiketoimintaa (Kankainen & Junnonen 2001, s. 23), jonka johtamisesta vastaa rakennuttajakonsultti toimeksiantonsa mukaisin valtuuksin (Kankainen & Junnonen 2001, s. 12). Näin ollen rakennusprojektin tavoitteidenmukainen läpivienti ja johtaminen edellyttävät projektin eri osa-alueiden hallintaa (Kankainen & Junnonen 2001, s. 23). Artto et al. (2008, s. 100-101) mukaan

projektinhallinnan eri osa-alueet ovat kokonaisuus, laajuus, aikataulu, kustannukset, hankinnat, riskit laatu ja tieto.

Edellä mainittuja Artto et al. (2008) ja Eastman et al. (2008, s. 151-172) listoja vertaillen huomataan, että ne kummatkin nostavat esiin samoja tekijöitä. Kustannusten hallinnan voidaan ajatella vastaavan kustannusarvion laadintaa ja sen vertaamista tavoitteintaan. Kokonaisuuden hallinnan voidaan puolestaan mieltää vastaavan suunnittelutyön koordinoitua ja laajuuden hallinnan voidaan ajatella vastaavan hankeohjelman toteutumisen seuranta.

Tarkastellaan ensin rakennuttajakonsultin mahdollisia tietomalliohjelmia tilaajan edustajan näkökulmasta, käyttäen esimerkkinä suunnitteluratkaisujen havainnollistamista. Eastman et al. (2008) mukaan tietomalleja voidaan soveltaa tilaohjelman noudattamisen varmistamiseen. Kuten alaluvussa 2.2. mainittiin, ARK-suunnittelija nimeää eri tilat ja mallintaa niiden keskinäisen sijainnin toisiinsa nähden, luoden näin kolmiulotteisen hahmotelman tilojen sijoittelusta. Eastman et al. (2008, s. 238-239) mukaan on olemassa monia kevyitä tietomallien katseluun sopivia ohjelmia, joita käytetään suunnitteluratkaisujen havainnollistamiseen. Tämän kaltaiset ohjelmat eivät salli tietomallin muokkausta, mutta niillä voidaan tehdä muistiinpanoja malliin, tutkia eri objektien parametrisia ominaisuuksia sekä säädellä eri objektien näkyvyyttä, sallien näin joustavan suunnitelmien havainnollistamisen. Jotkin näistä ohjelmista sisältävät ominaisuuksia jopa yhdistelmämallin luomiseen ja törmäystarkastelujen tekemiseen eri mallien kesken (Eastman et al. 2008, s. 238-239). Tämän kaltaiset ohjelmat täyttävät alaluvussa 2.3.3 esiteltyjen tarkastusohjelmien tunnusmerkit ja nämä ohjelmat voivatkin olla samoja tarkastusohjelmia, joita kuvattiin pääsuunnittelijan tietomalliohjelmiksi alaluvussa 2.3.4. Tämän tyyppisiä ohjelmia ovat muun muassa taulukossa 2.2. listatut Solibri, Navisworks ja Tekla BIMsight. Penttilä et al. (2006a, s. 55) mukaan muun muassa rakennuttajat käyttävät tämän tyyppisiä ohjelmia.

Eastman et al. (2008, s. 172) mukaan tietomalleilla voidaan havainnollistaa myös tilaratkaisujen logistista toimintaa. Tätä on mahdollista havainnollistaa erilaisilla ohjelmilla, jotka simuloivat ihmisten käyttäytymistä rakennuksessa. Ohjelmat perustuvat tietomallista saatavaan geometriatietoon sekä väkimäärään, jonka liikkumista rakennuksessa halutaan simuloida jollain ennalta määritetyllä väkijoukon käyttäytymisehdolla. Kyseisillä ohjelmilla on mahdollista simuloida esimerkiksi väkijoukon poistumista rakennuksesta tulipalotilanteessa ajan funktiona. Tilaratkaisujen toimintasimulaatioita tekevät usein niihin erikoistuneet yritykset, jolloin tämän tutkimuksen kannalta konsultin rooliksi jäisi edellä mainitun simulaation toteutuksen ohjaus ja tilaaminen.

Tarkastellaan seuraavaksi rakennuttajakonsultin tietomalliohjelmien käyttöä projektinhallinnan näkökulmasta kustannusarvioiden kautta. Alaluvussa 2.1 on mainittu, että niin sovittaessa rakennuttajakonsultin tulee laatia hankkeen kustannusarvio suunnitelmien perusteella ja tarkentaa sitä suunnitteluvaiheiden edetessä. Kustannusarvion laatiminen perustuu määrälaskentaan (Monteiro & Martins 2013). Alaluvun 2.1 perusteella rakennuttajakonsultti saa hankkeen materiaalimäärät eri suunnittelualojen tietomalleista.

Tietomallipohjainen määrälaskenta perustuu alaluvussa 2.3.2 mainittuun tietomallien rakenneominaisuuteen, jonka mukaan tietomallissa oikeita rakennusosia kuvaavat objektit sisältävät osan geometriset tiedot. Nämä tiedot on mahdollista saada tietomallista automaattisesti määrälaskennan avuksi. Useimmat suunnitteluun tarkoitettut tietomalliohjelmat pystyvät tuottamaan määräluetteloita mallinnettujen objektien perusteella (Monteiro & Martins 2013). Useimmat niistä eivät kuitenkaan pysty muokkaamaan määrätietoja kustannuksiksi. Kustannuslaskentaa varten tarvitaan erillinen tietokoneohjelma kustannusarvion laatimiseen (Monteiro & Martins 2013; Sattineni & Bradford II 2014). Tämän kaltaiset kustannusarvio-ohjelmat pystyvät käsittelemään koko tietomallin tai vain valitun osan tietomallin objekteista, tuottaen näin vain osittaisia määräluetteloita ja siten karsien määräluettelolle tarpeetonta tietoa (Monteiro & Martins 2013, s. 251).

Kustannusarvion laativan ohjelman tarvitsema tieto voidaan siirtää suunnitteluohjelman tuottamasta tietomallista joko .ifc-tiedostomuodossa tai suunnitteluohjelman natiivimuodossa, mikäli kustannusarvio-ohjelma tukee kyseistä tiedostomuotoa. Kustannusarvion laativa ohjelma käsittelee siis koko tietomallia, ei pelkästään määräluetteloita (Monteiro & Martins 2013, s. 239). Kustannusarvio-ohjelmaa käytettäessä ei välttämättä tarvita erikseen suunnitteluohjelmalla luotua määräluetteloa.

Kustannusarvio-ohjelma ei kuitenkaan tulkitse virheettömästi .ifc-tiedostomuotoa, joka on yleisin tiedostonsiirtomuoto suunnittelijan laatiman tietomallin ja kustannusarvio-ohjelman välillä. Tämä ongelma tulee Monteiron & Martinsin (2013, s. 239) mukaan ratkaista luomalla joko määrälaskennan tai mallinnustyön menetelmiä hankkeen eri osapuolten ohjenuoraksi. Näiden menetelmien tarkoitus on kertoa suunnittelijoille miten mallinnetaan, miten tietoa vaihdetaan hankkeessa tai miten määräluettelot tulostetaan tietomalleista. Monteiron & Martinsin (2013, s. 239) mukaan toinen tapa on luoda kattava paketti ohjeita ja standardeja, jotka määrittelevät kaikki tietomallissa vaaditut rakenteet sekä määräävät tiedon jakamisen säännöt. Kustannusarvio-ohjelmalla kustannusten laskeminen edellyttää tietynlaisia sääntöjä ja ohjeita ohjelman käyttäjän puolesta. Tässä tapauksessa ohjeet laatii ohjelmaa käyttävä rakennuttajakonsultti.

Tarkastellaan seuraavaksi rakennuttajakonsultin tietomalliohjelmien ominaisuuksia projektin tiedonhallinnan näkökulmasta. Alaluvussa 2.1 rakennuttajakonsultin tehtävissä määriteltiin, että konsultti vastaa sovittaessa hankkeen projektipankin tai vastaavan tiedonhallintajärjestelmän perustamisen järjestelyistä eli hankkeeseen liittyvän tiedon varastoinnin toteutuksesta. Rakennuttajakonsultin tehtävien projektinhallinnallisen luonteen puolesta hänen on hallittava hankkeeseen liittyvää suunnittelutietoa. Myös konsultin suunnittelun ohjaukseen liittyvät tehtävät velvoittavat hänet käsittelemään ja hallitsemaan hankkeeseen liittyvää suunnittelutietoa.

Yllä kuvattuja toimenpiteitä voidaan toteuttaa tietomallipalvelimella. Tietomallipalvelimet auttavat hallitsemaan rakennushankkeen suunnitelmien kokonaisuutta ja tarjoavat erilaisia siinä auttavia palveluita. Palvelut ovat samankaltaisia kuin projektipankin: esimerkiksi palvelimen käyttäjien ja oikeuksien hallinta, versiohistorian hallinta,

päivityksistä tiedottaminen sekä palvelimen ja tietomallien väliset linkit (Hietanen 2006).

Tietomallipalvelimen käyttäjä määrittää itse, mitä tietoa hän palvelimelta tarvitsee. Palvelimen käyttäjä voi ottaa palvelimelta kaikkien suunnittelijoiden viimeisimmän suunnittelutiedon ja luoda näin hankkeen yhdistelmämallin tai katsella vain ja ainoastaan yhtä palvelimen sisältämistä malleista. Hän voi verrata saman mallin kahden eri version eroja, esimerkiksi kahden eri suunnitteluratkaisun eroavaisuuksia. Tietomallipalvelimen avulla voi myös katsella samanaikaisesti saman mallin useampaa revisiota, havainnollistaen näin mallin kehittymistä suunnitteluprosessin aikana (Hietanen 2006). Tietomallipalvelimet eivät säilö pelkästään tietomalleja: ne voivat sisältää kuvia, sähköposteja, tekstiä sekä muita tiedostoja, joita tarvitaan rakennushankkeen projektinhallintaan ja ohjaukseen. Siksi niistä käytetään myös nimeä tietomalliympäristö (Eastman et al. 2008, s. 70-71).

Eastman et al. (2008, s. 70-71) mukaan useiden tietomalliohjelmien ja siten useiden eri tietomallien käyttö vaatii erityistä tiedonhallintaa ja koordinoitua. Lisäksi alaluvussa 2.3.3 todettiin, että rakennushankkeen suunnitteluun tarvitaan useampia tietomalleja sekä tietomalliohjelmia. Koska edellä mainittujen tehtäväkuvasten perusteella rakennuttajakonsultti vastaa hankkeen tiedonhallinnasta, hänen on mahdollista käyttää työssään tietomallipalvelinta tehtäviensä suorittamiseen.

2.3.6 Tietomallinnettavan projektin suunnittelu

Alaluvussa 2.1.1 esitettiin, että rakennuttajakonsultin tulee hankekohtaisesti määritellä tietomallinnettava projekti sekä tietomallinnuksen tarkoitus hankkeessa. Näiden määrittelyiden tarkoituksena on päättää hankkeen tietomallintamista koskevat perusasiat.

Tietomallipohjaisen projektin määrittely perustuu asteittain etenevään kolmiportaiseen menetelmään. Ensimmäiseksi määritellään tietomallinnuksen tarkoitus kyseisessä rakennushankkeessa. Toiseksi määritellään tietomallien sisältö. Kolmantena askeleena kehitetään suunnitelma ja prosessi, jolla kaksi edellistä toteutetaan (Kymmell 2008).

Tietomallintamisesta tavoiteltavat tulokset on kyettävä määrittelemään selkeästi jälkimmäisten projektisuunnitteluvaiheiden helpottamiseksi. Tietomallintamisen tarkoitus rakennushankkeessa on vahvasti yhteydessä siihen, mitä hyötyjä tietomallintamisesta tavoitellaan. Kun tiedetään, mihin tietomallintamista halutaan hyödyntää, saadaan selville tietomallintamisen tarkoitus. Tietomallintamisen tarkoitus on syytä määritellä jokaisessa hankevaiheessa erikseen (Kymmell 2008).

Tietomallin sisällön määrittelyllä pyritään selvittämään, millainen tietomallin tulee olla haluttujen tulosten saavuttamiseksi. On tärkeää ottaa huomioon sekä tietomalli että siihen liitetty informaatio, kuten esimerkiksi työselostukset. Kymmellin (2008) mukaan tätä vaihetta suunniteltaessa tulee arvioida kuinka yksityiskohtaisesti tietomalli ja sen objektit tulee laatia sekä kuinka paljon tietoa mallin tulee sisältää tai malliin tulee liittää.

Tietomallin sisältö määräytyy täten paljolti sen mukaan, mitä asioita tietomallista tulee analysoida tai visualisoida ja kuka analysoijana tai visualisointeja tarvitsee. Vastaavasti on mietittävä, mitä tietoja kukin suunnitteluala tai projektin muu osapuoli tarvitsee

kussakin projektin vaiheessa suorittaakseen omat tehtävänsä aikataulussa (Kymmell 2008). Tietomallien tietosisältö tulee määritellä suunnittelualakohtaisesti ja tietosisältö on sidottava suunnittelun etenemisen aikatauluun (Kinnari 2013, s. 125).

Toimeenpanosuunnitelma kuvaa sitä prosessia ja niitä resursseja, joita tarvitaan määritellyn tietomallin sisällön tuottamiseksi ja tietomallintamisen tarkoituksen täyttämiseksi. Tietomallin sisällön määrittely tarkennetaan määrittelemällä millä menetelmillä tietomallista saadaan haluttua tietoa. Kun tiedetään tietomallista tarvittavan informaation sisältö ja tietomallin objektien yksityiskohtien tarkkuusvaatimus kussakin hankkeen vaiheessa, voidaan suunnitella itse prosessi, jolla tämä saadaan aikaiseksi. Prosessin toteuttamiseksi on kyettävä määrittelemään tarpeelliset tietomalliohjelmatyypit ja projektin osapuolilta vaadittavat kyvyt ja taidot. Osana prosessia määritellään, miten haluttu tieto tulee esittää ja miten tietoa aiotaan käyttää. Lisäksi tulee määritellä, miten koko prosessia ohjataan (Kymmell 2008).

Tietomallinnuksen tarkoitus voi olla esimerkiksi suunnitelmien yhteensovittaminen. Tätä varten kullekin hankkeen vaiheelle on määritelty tarvittava suunnitelmien tarkkuus ja sisältö eli vaadittava tietomallien sisältö. Toimeenpanoa suunniteltaessa suunnitelmien yhteensovittamisen avuksi valitaan tietty tarkastusohjelma ja siitä tietty törmäystarkastelun suorittava työkalu. Päätetään, että tietomallien yhteensovittamisesta vastaava pääsuunnittelija suorittaa yhdistelmämallin tarkistuksen ja mahdolliset ongelmat ratkaistaan suunnittelijoiden yhteistyönä suunnittelupalavereissa. Päätetään, että tietomallin yhteensovitusta ohjaava pääsuunnittelija vastaa suunnittelupalavereissa ilmenneiden ongelmien korjauksen toimeenpanosta. Päätetään, että pääsuunnittelija ohjaa yhteensovitusprosessin uudelle tarkastuskierrokselle varmistaakseen sen, etteivät suunnitelmauutokset aiheuttaneet yhteensopivuusongelmia muualla eri suunnittelualojen tietomalleissa (Kymmell 2008).

2.3.7 Tietomalliohjeet

Tietomallinnettavan rakennushankkeen ohjaamisen kannalta on tärkeää määritellä tietomallintamisen tavoitteet riittävän laajasti ja täsmällisesti (RT 10-10992 2010, s. 3). Tietomallintaminen tuo suunniteltavan rakennushankkeen alkuvaiheeseen omalta osaltaan lisää määriteltäviä ohjeita, jotka tulee antaa rakennushankkeen suunnitteluosapuolille (Liite 3 2006). Näiden ohjeiden laatimisen voidaan katsoa tässä tapauksessa kuuluvan suunnittelua ohjaavan rakennuttajakonsultin vastuulle, ellei tätä työtä tilata esimerkiksi erilliseltä tietomallikoordinaattorilta tai muulta taholta. Pohjatietoina ohjeille toimii jo rakennushankkeen hankesuunnitteluvaiheessa päätetty tietomallintamisen laajuustaso tai jokin muu periaatepäätös tietomallintamisen perusratkaisuista hankkeessa. Tietomallintamisen laajuustaso voidaan tässä tapauksessa käsittää olevan sama asia kuin tietomallintamisen tarkoitus. Laajuustasoista saa esimerkin Rakennustieto Oy:n ohjekortista RT 10-10992 Tietomallinnettava rakennushanke, ohjeita rakennuttajalle. Rakennushankkeen tietomallintamiseen liittyvät määrittelyt dokumentoidaan ja kootaan hankkekohtaisiksi tietomalliohjeiksi tai tietomallinnusohjeiksi ennen suunnittelutarjouspyyntöjen laatimista ja suunnittelun kilpailuttamista (RT 10-10992 2010, s. 3-8).

Tietomalliohjeissa määritellään mikä on hankkeen tietomallintamisen tarkoitus. Tietomalliohjeisiin tulee kirjata tietomallinnettavan hankkeen aikataulu ja tietomalleista tuotettavien piirustusten tuotantoaikataulu. Lisäksi määritellään kunkin suunnittelualan tietomallin tietosisältö hankevaiheittain (RT 10-10992 2010, s. 6).

Tiedonsiirtomuodot niin tietomallien kuin muiden dokumenttien osalta tulee määritellä. Varsinaisesta tietomallinnustyöstä tulee määritellä käytettävät mallinnuksen tarkkuustasot ja käytettävä mallien mittatarkkuus. Jotta mallien yhteensovittaminen onnistuisi, on määriteltävä origon sijainti suhteessa rakennukseen sekä moduuliviivaston jakovälit ja sijainnit (Liite 3 2006, s. 63). Lisäksi määritellään käytettävä koordinaatisto (RT 10-10992 2010, s. 6). Myös mallinnettavien objektien toleranssit on sovittava. Erikseen on määriteltävä mitkä asiat hyväksytään missäkin mallinnuksen vaiheessa, esimerkiksi mallin puutteet kussakin suunnitteluvaiheessa. Myös käytettävät mallinnustyökalut tulee määritellä, etenkin jos joudutaan mallintamaan tavallisesta poikkeavia objekteja (Liite 3 2006, s. 63).

Tuotettavien tietomallien tarkastustapa, tarkastustiheys sekä tarkastuksen suorittava taho tulee määritellä. Jokaisen suunnittelualan tietomallien päivitystiheys projektipankkiin tai vastaavaan tietosäiliöön eri suunnitteluvaiheissa on määriteltävä, samoin kuin suunnitteluajataulu. Lisäksi määritellään tietomalleihin tehtävien muutosten yleiset periaatteet sekä muutoksista tiedottaminen (Liite 3 2006, s. 64).

Eri suunnittelualojen tietomallien yhteensovitus yhdistelmämallin luomiseksi tulee määritellä ja suunnitella tarkoin. On selvitettävä, mikä taho ja kuka yhteensovituksen tekee, millä tavalla yhdistelmämalli tarkastetaan, miten yhteensovitus dokumentoidaan sekä millä ohjelmalla yhteensovitus toteutetaan. Lisäksi on määriteltävä, mitä tietoa kukin suunnittelualue välittää yhdistelmämalliin. Lopuksi on vielä määriteltävä eri suunnittelualojen tietomallien käyttöoikeudet sekä suunnitteluaineiston luovutukseen liittyvät asiat, kuten esimerkiksi tietomallien luovutusformaatti (Liite 3 2006, s. 64).

Tietomalliohjeita laadittaessa on houkuttelevaa keskittyä mieluummin vain tietomallien sisällön määrittelemiseen kuin itse tietomallintamisen prosessien määrittelemiseen. Viime kädessä kuitenkin prosessit määrittelevät mallien sisällön sekä sisällölle asetettavat vaatimukset (Kymmell 2008).

Suomessa rakennusalaalla on olemassa yleisluontoisia tietomalliohjeita ja tietomallintamiselle esitettyjä vaatimuksia. Tunnetuin näistä lienee Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV2012), joka on useiden Suomessa toimivien rakennus- tai kiinteistöalan yritysten, suomalaisten kaupunkien ja Senaatti-kiinteistön yhteisen kehittämishankkeen tulos (Kautto 2012). YTV2012 on laaja, 14-osainen ohjekokonaisuus tietomallintamisen vaatimuksista ja sen kehittämisessä ovat olleet mukana useat Suomen rakennusalan suuryritykset (Kautto 2012; Yleiset tietomallivaatimukset 2012). YTV2012:sta laajempi käsittely on kuitenkin jätetty pois tästä tutkimuksesta tietoisesti.

Niskakankaan (2014, s. 37) mukaan hankkeelle luotu tietomalliohje päivitetään tietomallintamisen aloituspalaverissa sovittujen käytäntöjen perusteella. Tämä viittaa siihen, että jotkin hankkeissa noudatettavat käytännöt sovitaan vasta sitten, kun suunnitteluryhmä on valittu hankkeeseen.

2.3.8 Tietomallinnuksen tarkkuus ja yksityiskohtien mallintaminen

Aiemmin alaluvussa 2.2 mainittiin, että rakennushankkeen tietomallien sisältövaatimukset ovat hankekohtaisia ja niiden sisällöt vaihtelevat suunnittelualasta, hankevaiheesta ja hankkeen luonteesta riippuen. Siksi tietomallinnuksen tarkkuus ja mallien tietosisältö on määriteltävä aina projektikohtaisesti (Valjus et al. 2007, s. 28).

On tärkeää, että eri rakennusosat mallinnetaan kyseisen rakennusobjektin tekemiseen tarkoitettulla työkalulla, esimerkiksi palkki palkkityökalulla. Mikäli hankkeessa käytetään poikkeavia mallinnustyökaluja, työkalujen käyttöä joudutaan soveltamaan tai kyseessä on muunlainen yksityiskohta, tulee näiden käytöstä sopia aina hankekohtaisesti erikseen (Valjus et al. 2007, s. 28-29). Rakennusosat on myös mallinnettava täsmällisesti oikean kokoisiksi, etenkin silloin kun ne tulevat toimimaan muiden suunnitteluosapuolten lähtötietoina. Esimerkiksi LVI-suunnittelijan putkien on oltava hänen mallissaan oikean kokoisia, jos mallia käytetään elementtisuunnittelun lähtötietoina aukkojen varauksessa (Penttilä et al. 2006a, s. 44).

Suomen Yliopistokiinteistöjen tietomallinnusohjeen (Järvinen 2011, s. 7-8) mukaan tietomallin objektien geometrisen tarkkuuden on oltava täsmällistä jo suunnittelun alkuvaiheesta asti. Epätarkkuudet ja ”sinne päin” tehdyt tietomallit tuottavat suuria hankaluuksia etenkin mallien analyseissä ja tiedonsiirrossa. Koko rakennushankkeen kaikilta tietomalleilta ei edellytetä täydellistä tarkkuutta hankkeen kaikissa vaiheissa, vaan niillä voi olla normaalit rakentamiseen liittyvät toleranssit. Kriittisten osa-alueiden, kuten esimerkiksi pilarien, palkkien, seinien, ikkunoiden ja niin edelleen, on kuitenkin oltava ehdottoman tarkkoja (Järvinen 2011, s. 7-8).

Nyrkkisääntönä mallinnustarkkuudelle voidaan pitää rakentamisen kannalta seuraavaa: ”geometrian tarkkuustaso on jokaisella suunnitteluosapuolella oltava sellainen, että kohde on rakennettavissa ja siihen tehtävät asennukset asennettavissa tietomallien perusteella.” (Järvinen 2011, s. 8). Tämä ei kuitenkaan riitä kaikkiin mallin käyttötarkoituksiin, sillä epätarkasti laadittu tietomalli ei esimerkiksi riitä TATE-analyysien vaatimuksiin, jos tietomallin seinät tai putkistot ”vuotavat” jostain kohdasta (Järvinen 2011, s. 7).

Tietomallin tietosisältöön on voitava luottaa. Esimerkiksi tietomalliin mallinnetun seinän VS1 tulee vastata seinäluettelossa esiintyvän VS1-seinän käyttötarkoitusta ja ominaisuuksia. Ristiriitaista tietoa pitää välttää. Tietomalli ei saa sisältää väärää tai virheellistä tietoa (Järvinen 2011, s. 7-12).

Rakenteiden jokaista yksityiskohtaa ei kannata mallintaa tietomalliin, vaikka yksityiskohdat onkin suunniteltava rakennuksen rakentamista tai määrälaskentaa varten. Tällaisia yksityiskohtia ovat esimerkiksi puurunkoisten seinien rakennuspaperit ja ohuet kalvorakenteet. Tämän kaltaisten rakenteiden olemassaolo välitetään suunnitelmien tulkitsijalle rakenteen tyyppitiedon avulla. Esimerkiksi arkkitehdin tietomalliin mallinnettuun kattoon liittyy katon rakennetyyppi, joka viittaa mallia varten määriteltyyn rakennetyyppiluetteloon. Tästä rakenneluettelosta voidaan lukea kyseisen rakennetyypin ra-

kennekerrokset, joista selviää myös ne yksityiskohdat joita tietomalliin ei ole mallinnettu (Penttilä et al. 2006a, s. 44).

Tietyissä tapauksissa rakenteiden keskinäisten liittymien yksityiskohdat voidaan jättää mallintamatta mallintamistyön hankaluuden takia. Tällöin liittymän yksityiskohtaa ei mallinneta tietomalliin, vaan niistä laaditaan erillinen yksityiskohtainen 2D-detaljipiirustus. Detaljipiirustuksen olemassaolo on linkitettävä tietomalliin (Penttilä et al. 2006a, s. 45). Myös sellaisten rakenteiden liitokset, joita ei saada mallinnettua tietomalliohjelman ”oikeaoppisilla” työtavoilla, on parempi kuvata erikseen laadittavalla detaljipiirustuksella tai tehdä liittyvistä rakenteista omat objektinsa (Penttilä et al. 2006b, s. 57). On kuitenkin huomattava, että esimerkiksi RAK-suunnittelijan tai TATE-suunnittelijan on mallinnettava kaikki mallinsa liittymät oikein, jos mallista aiotaan tuottaa dokumentit valmistusta varten tai suorittaa tietomallipohjaisia analyysejä (Penttilä et al. 2006a, s. 45). Vaikka yksityiskohtainen liittymäkohdan mallintaminen olisikin hankalaa, tietyt tilanteet saattavat vaatia ”hankalien” osien mallinnusta tarkasti.

Mikäli rakennusosien liitokset mallinnetaan, on oleellista, että eri rakennusosia kuvaavien objektien liitokset mallinnetaan myös objekteina eikä yksittäisinä osina. Esimerkiksi teräspalkin ja teräspilarin liitos mallinnetaan liitostyökalulla, joka luo liitosobjektin. Tässä esimerkissä liitosobjekti sisältäisi palkille ja pilarille ennalta määritetyillä parametreilla oikean määrän pultteja sopivilla sijoituksilla ja oikeat päätylevypaksuudet. Mikäli liitokset mallinnettaisiin siten, että ne koostuisivat vain yksittäisistä pulttiobjekteista, ei tietomallin automaattinen määrälaskenta pysty erottelemaan erilaisten liitosten lukumäärää (Valjus et al. 2007, s. 32).

Ellei erillisvaatimuksia ole, voidaan siis joidenkin yksityiskohtien piirustukset laatia perinteisen 2D-suunnittelun apukeinoin, jolloin myös määrälaskenta joudutaan toteuttamaan näistä piirustuksista. Suomen Yliopistokiinteistöjen tietomallinnusohjeen (Järvinen 2011, s. 7-8) mukaan hankkeen pääpiirustukset on kuitenkin kyettävä tulostamaan tietomallista. Tällä toimenpiteellä pyritään pitämään hankkeen tiedonhallinta tehokkaana ja välttämään suunnittelutiedon sijaitsemista useassa eri paikassa.

2.3.9 Tietomallien sisältö ja sisällön määrittely

Jokaisessa tietomallissa on oltava origo rakennuksen sijoittamiseksi 3D-avaruuteen. Jotta tietomallit voidaan yhdistää yhdistelmämalliksi, on jokaisessa tietomallissa oltava saman origon lisäksi myös sama koordinaatisto sekä yhteinen rakennuksen korkeusasema, jotta eri mallit ovat yhdistettävissä. Myös rakennuksen kerrostasot tulee määritellä, sillä jotkin tietomalliohjelmat käsittelevät mallinnetun rakennuksen kerroksia omina tiedostoinaan. Eri kerrosten tulee olla samassa koordinaatistossa keskenään. On huomattava, että jotkin tietomalliohjelmat eivät käsittele mallinnettua rakennusta kerroksittain, eivätkä siten ymmärrä kerroksen käsitettä (Penttilä et al. 2006b, s. 37-38). Tietomallin projektikohtaisen sisällön lisäksi jokaisen tietomallin sisältö vaihtelee sen mukaan, mihin tarkoitukseen malli on laadittu, kuka hankkeen osapuolista sen on tehnyt sekä mitä osapuolta varten kyseinen tietomalli on laadittu.

Yhdistelmämalli sisältää kaikkien rakennushankkeeseen osallistuvien suunnittelijoiden tuottamat tietomallit, nimensä mukaisesti se on tietomallien yhdistelmä. Kaikkea suunnittelutietoa ei kuitenkaan ole syytä lähettää kaikille osapuolille, sillä jokainen suunnitteluala käyttää omaa tietomalliaan aina myös omien suunnittelutehtävien tarpeisiin (RT 10-10992 2010, s. 5). Yhden suunnittelualan tuottama yksityiskohtainen tieto voi olla muille suunnittelualoille täysin tarpeeton. Yhdistelmämallia koottaessa tulee kiinnittää huomiota siihen, mitä tietoa eri suunnittelualojen malleista tarvitaan muille osapuolille ja mitä ei. Yhteistä mallia varten tulisi jakaa ainoastaan rakennusosien geometriatieto, rakennusobjektien määrittelytieto niihin liittyvistä rakenteista sekä muiden suunnittelijoiden toteuttamaa mallin jatkokäsittelyä varten tarvittavaa tietoa (Valjus et al. 2007, s. 26-28). Muille suunnittelualoille tarpeeton materiaali tulee rajata pois yhdistelmämallia varten jaettavasta tietomallista tietomäärän liiallisen kasvun välttämiseksi. Kaiken yksityiskohtaisen tuotetiedon jakaminen yhdistelmämallia varten myös hankaloittaa yhdistelmämallin käytettävyyttä (RT 10-10992 2010, s. 5).

Koska yhdistelmämalli sisältää kaikkien suunnittelijoiden tietomallit ja näin ollen laajan määrän tietoa, pääsuunnittelija, tietomallikoordinaattori tai jokin muu taho voi käyttää sitä hankkeen suunnitelmien yhteensovittamiseen. Myös muut suunnittelualat käyttävät yhdistelmämallia yhteensovituksen jälkeisten muutoksien tekemiseen (Tuuhea 2010). Koska yhdistelmämalli sisältää kaikkien suunnittelualojen suunnitelmat, siitä saadaan myös koko rakennushankkeen määräluettelo, jolloin kyseinen luettelo voi soveltua myös rakennuttajakonsultin kustannusarvion tekemiseen.

Eri suunnittelualojen tietomallien sisältö on aina määriteltävä rakennushankekohtaisesti (Valjus et al. 2007, s. 28). Kunkin suunnittelualan suunnittelukokonaisuudet koostuvat heidän oman suunnittelualansa suunnittelutehtävissä määritettävistä asioista (RT 10-11109 2013, s. 1; RT 10-11128 2013, s. 1; RT 10-11129 2013, s. 1). Yleissääntönä voidaan pitää sitä, että jokaisen suunnittelualan tuottamien tietomallien sisällöt koostuvat juuri tämän suunnittelualan mallintamista objekteista. Kunkin suunnittelumallin luontainen käyttäjä on kyseisen tietomallin toteuttanut suunnitteluala.

ARK-suunnittelijan tietomallit sisältävät tiedon rakennuksen ympäristöstä ja tiloista rakenteineen, materiaaleineen ja tilaobjekteineen (Penttilä et al. 2006b). RAK-suunnittelijan tietomallit koostuvat pääosassa rakenneosien mitoitusmalleista kuormituksineen sekä rakennusten runkojen rakennusosia erilaisin objektein kuvaavista tietomalleista (Valjus et al. 2007, s. 23-27). Talotekniikan järjestelmämallit koostuvat taloteknisiä verkostoja ja järjestelmiä kuvaavista objekteista (Laine 2008, s. 27). Aikaisemmin mainitusta yleissäännöstä poiketen, TATE-suunnittelijan analyysimalli koostuu ARK-suunnittelijan tekemästä geometriamallista sekä TATE-suunnittelijan itse tekemästä TATE-järjestelmämallista (Laine 2008, s. 18-19).

Hietasen (2005, s. 53) mukaan kukin suunnitteluala voi käyttää halutessaan useita eri tietomalleja eli jakaa suunnitelmat pienempiin osiin. Mikäli suunnittelija käyttää useampaa tietomallia, tulee jokainen suunnittelutyön tuloksena syntyvä tieto tai rakennusosa olla versionhallinnan toteuttamiseksi vain yhdessä näistä tietomalleista. Suunnittelijoiden tulee pitää kaikki suunnittelutieto tietomalleissaan. Hyvä tietomallintamisen

periaatteen mukaisesti suunnittelija mallintaa vain tietomalliin vain sellaisia objekteja, jotka hän on todella suunnitellut (Hietanen 2005, s. 53).

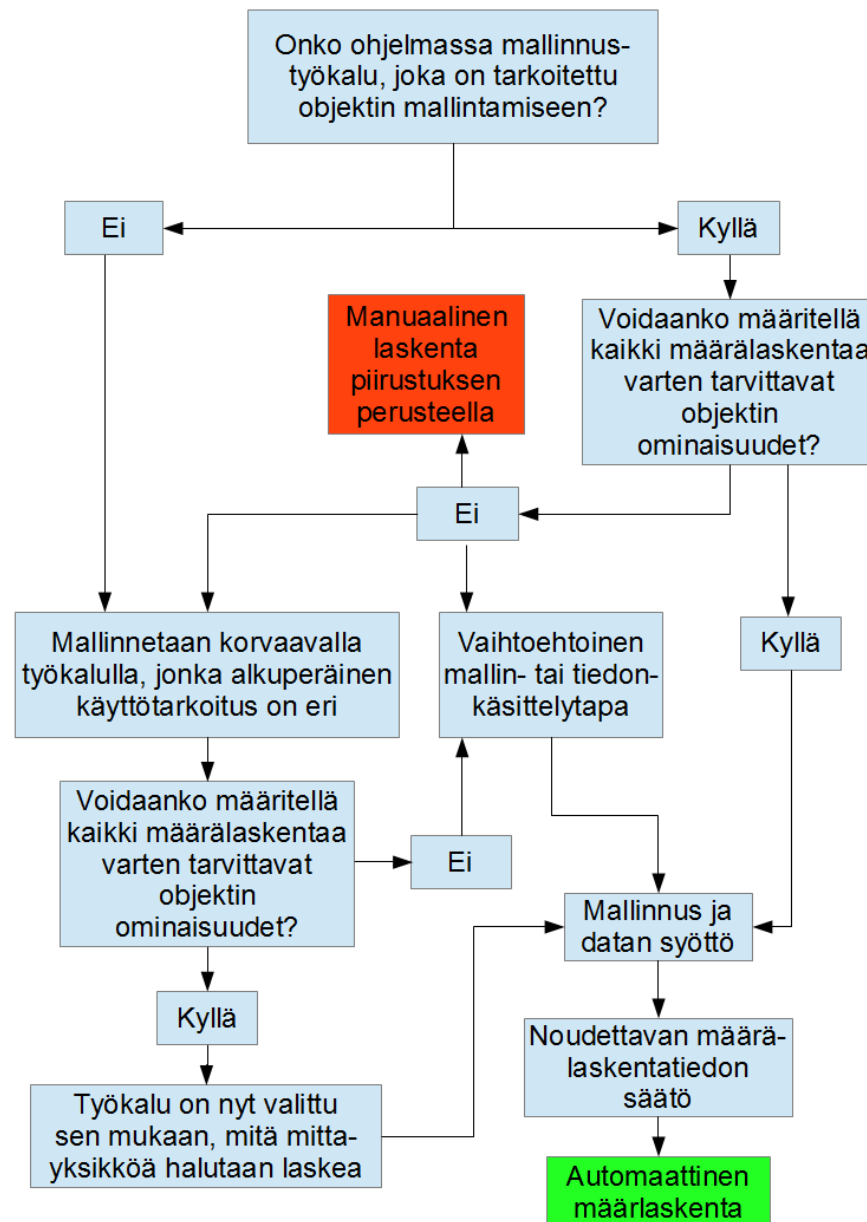
Suunnittelijoiden tietomallien ja niistä laadittavien suunnitelmien tarkemman sisällön määrittelyn apuna käytetään rakennusalan tehtäväluetteloita sekä Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset –julkaisusarjaa. Näistä löytyvät ne asiat, jotka kuuluvat kunkin suunnittelualan suunnitelmien sisältöön sekä myös ne nimikkeet, joita rakennusosista ja objekteista käytetään (RT 10-11129 2013, s. 1; Talotekniikan rakentamisen 2002, s. 4).

Tilaajan näkökulmasta katsottuna koko hankkeen tietomallien sisällön tulisi olla kokonaisuus eri suunnittelijoiden tuottamista tietomalleista, joihin on lisätty muiden hankkeen osapuolien tuottama tieto. Esimerkiksi urakoitsija voi lisätä RAK-suunnittelijan malliin betonielementtien asennusaikataulun. Tilaajan näkökulmasta hankkeen tietomallien on tarkoitus toimia rakennuksen virtuaalisena mallina sekä myös koko rakennushankkeen tietopankkina. Tämä tietopankki voi sisältää teoriassa kaiken tiedon rakennuskohteen tiloista, tilojen varusteluista, huoneiden kalusteista ja muista tärkeistä tiedoista sekä graafisena esityksenä että tekstinä (Reddy 2012, s. 65).

Rakennuttajakonsultin on hallittava (katso alaluku 2.3.5) projektin kokonaisuus sekä ohjattava suunnittelua. Näin ollen rakennuttajakonsultti tarvitsee käyttämäänsä tietomalliin kaikkien suunnittelualojen malleissa esiintyvän tiedon. Toisin sanoen rakennuttajakonsultti tarvitsee hankkeen yhdistelmämallin.

Rakennuttajakonsultin kustannusarvion laatimiseen liittyvät tehtävät asettavat rakennuttajakonsultin käyttämien tietomallien sisällöille erikoisvaatimuksia (Monteiro & Martins 2013). Määriteltäessä kustannuslaskentaan käytettävän tietomallin sisältöä rakennuttajakonsultin tarpeisiin, on tärkeää ymmärtää miten tietomallin oikeita rakennusosia kuvaavat objektit toimivat. Tietomallin rakenne mahdollistaa rakennusosien ominaisuuksiin perustuvan tietokannan luomisen ja täten automaattisen määrälaskennan mallin pohjalta (Monteiro & Martins 2013, s. 249). Laskentatyötä voi kuitenkin haitata, jos tietomalliin tulee suunnitella sellaisia objekteja, jota ei ole valmiiksi objektikirjastossa tai jos niiden luontiin joudutaan käyttämään sellaisia mallinnustyökaluja, joita ei ole tavallisesti tarkoitettu kyseisten objektien luomiseen. Esimerkiksi tavallisesta poikkeavan muotoisen porraskäytävän luomiseen voitaisiin joutua käyttämään lattia- ja pilareityökaluja, jolloin automaattinen määrälaskenta luetteloiisi porraskäytävän osat lattioina ja pilareina. Tämän takia on erittäin tärkeää, että rakennuttajakonsultin käyttämän tietomallin objektien tunnistet tai nimet asetetaan sellaisiksi, että ne on mahdollista erottaa määräluettelosta luotettavasti (Monteiro & Martins 2013, s. 249).

Alla esitelty kuva 2.2 mukailee Monteiron & Martinsin (2013, s. 248) esittämää kaaviota määritellen, miten tietomallin sisältö tulisi koota ja sen objektit mallintaa, mikäli tietomalli tehdään määrälaskennan ja kustannusarvioiden laatimisen tarpeisiin. Kuvan 2.2 on suomennettu ja tiivistetty tutkijan toimesta käyttäen lähteenä Monteiron & Martinsin (2013, s. 248) vastaavaa kaaviota. Monteiron & Martinsin (2013, s. 250) kaavio pohjautui ArchiCAD-tietomalliohjelmaan, mutta samaa kaaviota voidaan soveltaa myös muihin tietomalliohjelmiin.



Kuva 2.3. Miten tietomallin objekti tulee mallintaa, jotta sitä voidaan käyttää tietomal-lipohjaiseen määrälaskentaan ja sitä kautta kustannusarvion laatimiseen.

Tietomallin objektien ominaisuuksien ja tietosisällön määrittely tulee määrälasken-taa varten siten, että määrälaskennan tarpeet määrittävät tavan, jolla objekti tulee mal-lintaa. On siis otettava huomioon, mitä tietoa tietyllä työkalulla mallinnettuun objektiin voidaan lisätä ja mitä tietoa automaattisesta määrälaskennasta saadaan. Tämän perus-teella valitaan käytetäänkö työkalua, joka on tarkoitettu nimenomaan kyseisen objektin mallintamiseen vai käytetäänkö esimerkiksi korvaavaa työkalua (Monteiro & Martins 2013, s. 249-250).

Kuvan 2.3 mukaan mallinnusprosessi pyrkii varmistamaan, että tietomalliohjelman suorittamassa automaattisesta määrälaskennasta tieto saadaan halutussa mittayksikössä.

Tämän takia korvaava mallinnustyökalu tulee valita sen mukaan, mitä dimensiota tai dimensioita halutaan mitata. Mikäli objektin kaikkia määrälaskennassa tarvittavia ominaisuuksia ei voida työkaluilla mallintaa, on vaihtoehtona ohjelman valmiiden työkalujen ominaisuuksien muokkaus ohjelmoimalla tai objektin mittaaminen ohjelman mittaustyökaluilla ja sen jälkeen tiedon lisääminen objektin tietokantaan (Monteiro & Martins 2013, s. 249). Nämä vaihtoehdot on nimetty kuvassa 2.3 nimellä vaihtoehtoinen mallintai tiedonkäsittelytapa.

Monteiro & Martins (2013, s. 251) huomauttavat, että tietomallin määrittely tarkasti vain automaattista määrälaskentaa ja siten kustannusarvion laatimista varten voi tuottaa ongelmia tietomallin hyödyntämisen muilla osa-alueilla. Merkittäviä ongelmia voi esiintyä esimerkiksi piirustusten tulostamisessa sekä törmäystarkasteluissa, sillä etenkin vaihtoehtoisilla työkaluilla tehty mallinnus voi tuottaa virheellisiä piirustuksia tai ylimääräisiä törmäyksiä mallia tarkastellessa.

Jos kaikki määrä- ja kustannuslaskentatieto halutaan saada tietomallista, tämä lisää suunnittelijoiden työtä myöhemmissä suunnitteluvaiheissa, koska tietomalli on silloin yksityiskohtaisempi. Tietomallin objekteja joudutaan tällöin parametrisoimaan tarkemmin, mikäli niitä halutaan hyödyntää automaattisessa määrälaskennassa. Tämä lisää määrälaskennan perusteella kustannusarvion laativan rakennuttajakonsultin riskiä laatia liian korkea kustannusarvio, sillä vaarana ovat automaattisen määrälaskennan tuottamat liialliset materiaalmäärät todelliseen tilanteeseen verrattuna (Monteiro & Martins 2013, s. 251).

Smithin (2014, s. 481) mukaan tietomallin laadukas toteutus on tärkeää kustannuslaskentaa suorittaville yrityksille, sillä täysin hyödynnettynä tietomallinnetun hankkeen kustannuslaskenta perustuu tietomalliohjelman laskemiin materiaalmääriin. Oikein mallinnettu tietomalli on tärkeä luotettavan ja tarkan määrälaskentatiedon saamiseksi.

2.4 Tietomallinnuksen hyödyntäminen rakennuttajakonsultin näkökulmasta

Tässä alaluvussa käsitellään tietomallinnuksen sekä tietomalliohjelmien käytöstä saatavia hyötyjä rakennuttajakonsultin ja rakennuttavan tahon näkökulmasta. Lisäksi tässä alaluvussa käsitellään sitä, mitä näiden hyötyjen saavuttaminen käytännössä edellyttää ja minkälaisia asioita tulee ottaa huomioon.

Tietomallinnusprosessin hyödyntäminen rakennushankkeen suunnittelussa perinteiseen suunnitteluun verrattuna edellyttää rakennushankkeen eri osapuolilta yhteistyökykyä ja tiedon jakamista. Esimerkiksi suunnittelijat voivat suunnitella rakennuksen tietomallintamalla toimittamatta mallia urakoitsijalle tai pääurakoitsija voi aikatauluttaa työnsä ja suunnitella asennusjärjestykset tietomalliin perustuen jakamatta tietoa. Näin toimittaessa menetetään kuitenkin suuri osa koko tietomallinnusprosessin hyödyistä (Aschrafi 2008, s. 9-10). Täysimääräinen tietomallinnusprosessin hyödyntäminen vaatii hankkeen kaikilta osapuolilta avointa tiedonjakamista (Collaboration, Integrated 2004). Won & Lee (2010) ovat havainneet, että hankkeen osapuolten halukkuudella

jakaa tietoa hankkeen muiden osapuolten kesken on suurin vaikutus tietomalliprosessia hyödyntävän projektin onnistumiseen.

Tilaajan näkökulmasta rakennushankkeen tietomallintamisella tavoitellaan tilaajan toiveita täyttävää, laadukkaasti suunniteltua ja johdettua hanketta sekä kannattavaa rakentamisliiketoimintaa (RT 10-10992 2010, s. 3). Kuten alaluvussa 2.1.1 mainittiin, rakennuttajakonsultin tehtävänä on ajaa tilaajan etuja. Jos tilaaja hyöttyy rakennushankkeen toteuttamisesta tietomallintamisella, on rakennuttajakonsultti onnistunut tehtävänsään ajaa tilaajan etuja.

Rakennuttajakonsultti voi hyötyä hankkeen tietomallintamisesta kolmesta eri näkökulmasta. Hyöty voi kohdistua suoraan rakennuttajakonsultille, jolloin konsultti hyöttyy tietomallintamisesta omien työtehtäviensä suorittamisessa. Hyöty voi olla välillistä, jolloin rakennuttajakonsultti hyöttyy tietomallintamisesta tilaajan tai muun tahon saavuttaessa siitä hyötyä. Kolmas näkökulma ovat tietomallintamisen tuomat yhteiset hyödyt, jotka hyödyttävät sekä rakennuttajakonsulttia että hankkeen muita osapuolia (Penttilä et al. 2006a, s. 13-17).

2.4.1 Tietomallinnuksen suora hyödyntäminen ja asiat, jotka hyödyntämisessä tulee huomioida

Tietomallinnus mahdollistaa perinteistä 2D-suunnittelua kokonaisvaltaisemman rakennushankkeen tietojen hallinnan jo hankkeen alkuvaiheessa. Hankkeen alkuvaiheessa tehtävillä päätöksillä on myös suurimmat vaikutukset hankkeen kulkuun (RT 10-10992 2010, s. 3-4). Rakennuttajakonsultit voivat odottaa tulevaisuudessa haasteita toimialalleen, sillä tulevat tilaajat voivat haluta, että heidän kohteensa toteutetaan tietomallintamalla. Hyvin toteutetut tietomallinnetut hankkeet kasvattavat myös konsulttiyrityksen mainetta tietomallintamisen osaajana ja auttavat näin yritystä kasvamaan ja saamaan lisää tilauksia (Bryde et al. 2013, s. 973). Tämä voidaan lukea tietomallintamisen suoraksi hyödyntämiseksi rakennuttajakonsultin työssä.

Rakennuttajakonsultin tietomallintamisen käytöstä saamia suoria hyödyistä käsittelevää kirjallisuutta löytyi eniten määrä- ja kustannuslaskennasta. CRC Construction Innovationin (2007) mukaan tietomallin käytöllä verrattuna perinteiseen 2D-suunnitteluun vähennetään kustannusarvion tekemiseen tarvittavaa aikaa peräti 80% (katso Azhar 2011, s. 243). Tietomallipohjainen kustannusarvio on myös tarkempi: tietomallipohjaisen kustannusarvion tarkkuus vaihtelee vain +/- 3%:n sisällä siitä mitä 2D-suunnitelmien pohjalta laaditun kustannusarvion tarkkuus vaihtelee. Esimerkiksi jos 2D-suunnitelmista käsin lasketun kustannusarvion tarkkuus vaihtelisi välillä +/- 1000€, vaihtelisi samoista suunnitelmista tehdyn tietomallipohjaisen kustannusarvion tarkkuus välillä +/- 30€ (CRC Construction Innovation 2007, Azhar 2011, s. 243 mukaan). Kustannusarvion tarkentumista tietomallinnusta soveltamalla tukee myös saman tutkimuksen havainto, jonka mukaan budjetoimattomat hankkeen muutokset vähenevät 40 % (CRC Construction Innovation 2007, Azhar 2011, s. 243 mukaan). Lisäksi kustannusarvion esitietona toimivan määrälaskennan virhemarginaali suurista rakennustuotteista, esimerkiksi betonista, laskee jopa +/- 1 %-yksikön tarkkuuden vaihteluvälille verrattuna

perinteisen 2D-piirustuksista suoritettua määrälaskennan tarkkuuden vaihteluväliin (Monteiro & Martins 2013, s. 251).

Edellä kuvatut hyödyt kohdistuvat suoraan rakennuttajakonsultille, sillä hän joutuu laatimaan hankkeen kustannusarvion. Voidaan päätellä, että tietomallipohjaista kustannusarviointia käyttäessään konsultin työhönsä tarvitsema aika tehostuu sekä hänen työnsä laatu on parempaa ja tarkempaa.

Kustannusarvion tekeminen perustuu määrälaskentaan, jota tietomallipohjainen prosessi tehostaa. Suunnittelijat käyttävät tietomalliohjelmien valmistajien sekä rakennustuotantoteollisuuden eri toimijoiden tarjoamia parametrisoitavia tietomalliohteja, joiden perusteella rakennuskohteen materiaalmäärät saadaan laskettua nopeasti. Määrälaskenta voidaan suorittaa suoraan suunnittelijan laatimasta mallista (Reddy 2012, s. 52) ja se on suurimmaksi osaksi automatisoitu prosessi (Monteiro & Martins 2013, s. 240). Automaattinen määrälaskenta mahdollistaa perinteiselle piirustus pohjaiselle määrälaskennalle poikkeuksellisten määrien, kuten rakenteiden aukkojen määrän tai tietyistä materiaalista valmistettujen pilarien määrän laskennan (Monteiro & Martins 2013, s. 251).

Kustannusarvion laatiminen ei ole kuitenkaan täysin automatisoitu prosessi, sillä tietomallipohjainen määräluettelon luominen ei välttämättä anna kaikkea tietoa kustannusarvion laatimiseen. Kustannusarvion laatijan, tässä tapauksessa rakennuttajakonsultin, tulee aina arvioida, vastaako ohjelman antama määräluettelo rakennuksen oikeita määriä ja pitääkö jotain tietoa lisätä määräluetteloon käsin vai onko jotain tietoa liikaa (Monteiro & Martins 2013). Lisäksi määräluettelo monimutkaistuu suunnitteluvaiheiden edetessä, jolloin tietomalli sisältää yhä enemmän yksityiskohtia ja määräluettelon pituus kasvaa.

Tietomalliohjelmien luoma automaattinen määrälaskentatieto tulee aina käsitellä ennen sen siirtämistä määräluetteloksi kustannusarviota varten. On tärkeää, ettei tietomalliohjelmasta saatuun automaattiseen määrälaskentatietoon luoteta sokeasti, vaan että sen oikeellisuus arvioidaan ja tiedon laatua tarkkaillaan (Monteiro & Martins 2013, s. 251). Smithin (2014, s. 481) mukaan kustannuslaskennan kohteena olevat tietomallit on edelleen tarkastettava virheiden varalta, aivan kuten paperisista 2D-suunnittelulla tuotetuista suunnitelmista laskettaessa. Virheitä voi etsiä ja tietomallin tarkkuuden voi tarkastaa esimerkiksi tietomallien törmäystarkastelulla (Smith 2014, s. 481).

Määrittelemällä kullekin suunnitteluvaiheelle tarkkuustasot voidaan taata ainoastaan tarpeellisen tiedon saaminen määräluetteloita varten. Vaikka suurempi määräluettelon tiedon määrä tarkoittaa tarkempaa kustannusarviota, liiallinen tietomäärä tarkoittaa pidempää mallintamisaikaa suunnittelijalta sekä pidempää määräluettelon läpikäymis- ja hinnoitteluaikaa rakennuttajakonsultilta (Monteiro & Martins 2013).

Tietomallin määräluettelosta kustannuslaskentaa suorittavan rakennuttajakonsultin on huomioitava se, että kaikkia rakennusobjekteja ei välttämättä ole mallinnettu määrälaskenta huomioon ottaen, jos niitä ei ole erikseen ohjattu mallinnettavaksi tietyllä tavalla. Esimerkiksi ARK-suunnittelijan mallintaessa tontin maastoa hän voi eritellä maarakenteiden geometriasta GEO-suunnitelmien mukaisesti poiskaivettavat ja lisättävät massat. Tämä vaikuttaa huomattavasti siihen, voidaanko rakennushankkeen maanraken-

nustöiden kustannusarvio toteuttaa tietomallin pohjalta laaditun määräluettelon perusteella. Toinen vastaavanlainen esimerkki on seinien ja lattioiden pintakäsittelyn kustannusten arvioiminen. Pintakäsittelyneliöiden määrät voidaan mallinnuttaa suunnittelijalla, jolloin suunnittelijan mallista tulee todennäköisesti raskas käyttää. Toinen vaihtoehto on laskea pinta-alat suoraan lattia- ja seinäelementeistä, jolloin muodostuu todennäköisesti virhemarginaali verrattuna todelliseen käsiteltävään pinta-alaan (Monteiro & Martins 2013, s. 245-246). Edellä mainituista syistä johtuen tietomallipohjaisen kustannusarvion tarkkuutta määritellessä on syytä analysoida koko arviointiprosessin hyötyjä ja kustannuksia hankkeelle ja määritellä tämän pohjalta mallintamistarkkuus suunnittelijoille (Monteiro & Martins 2013, s. 240).

Mikäli rakennushanke tietomallinnetaan siten, että mallinnuksen on tarkoitus auttaa nimenomaan projektin määrälaskentaa ja kustannusarviointia, suunnittelijoiden tulee priorisoida projektin mallinnusjärjestys tätä tarkoitusta varten. Tällöin suunnittelijoiden tulee mallintaa ensin sellaiset objektit, jotka on mahdollista mallintaa nopeasti ja joilla on suurin vaikutus kustannusarvion lopputulokseen (Monteiro & Martins 2013, s. 251).

Koska tietomalliohjelman automaattisesti laskemat määrät perustuvat mallinnettuihin rakennusobjekteihin, kustannuslaskennassa on myös otettava huomioon ne materiaalit, joita ei ole mallinnettu. Smithin (2014, s. 482) mukaan yritykset käyttävät tietomallin automaattiseen määrälaskentaan perustuvaa kustannuslaskentaa vain siinä mitta-kaavassa kun se on toteuttamiskelpoista; loput kustannukset, kuten esimerkiksi työmaan hallintokulut, lasketaan muilla keinoilla.

2.4.2 Välillinen hyödyntäminen

Välilliset hankkeen tietomallintamisella saavutettavat hyödyt kohdistuvat pääasiassa tilaajalle tai rakennuttajalle. Jos tilaaja tai rakennuttaja hyötyy hankkeen tietomallintamisesta, tarkoittaa tämä aikaisemmin todetun rakennuttajakonsultin roolin mukaan sitä, että rakennuttajakonsultti sekä muut hankkeen osapuolet ovat onnistuneet suorittamassaan tehtävässä kunnialla.

Kirjallisuuden (Eastman et al. 2008; Bryde et al. 2013; Penttilä et al. 2006a) mukaan tilaajan merkittävimmät hyödyt tietomallinnuksen soveltamisessa perustuvat kustannussäästöihin ja tilaajan tavoitteiden saavuttamiseen suunnitteluratkaisuja soveltamalla. Bryde et al. (2013, s. 977) mukaan tietomallinnusprosessin yleisin hyöty rakennushankkeelle on hankkeen kustannusten pieneneminen tai kustannushallinnan paraneminen. Bryde et al. (2013, s. 978) mukaan tietomallinnuksella on harvoin rakennushankkeen kustannuksia nostavaa vaikutusta. Tietomallinnuksen myönteiset vaikutukset ovat yleensä aina suuremmat kuin kielteiset vaikutukset. Rakennushankkeen tietomallinnuksen mahdollisesti aiheuttamat ylimääräiset kustannukset, kuten esimerkiksi ohjelmien käytön harjoittelu, vähenevät ajan myötä esimerkiksi ohjelmia käyttävien ihmisten harjaantuessa tietomallinnusprosessiin (Bryde et al. 2013, s. 978).

Alaluvussa 2.1.1 mainittiin, että tilaajalla, etenkin vähän kokemusta omaavalla, on usein hankaluuksia hahmottaa hankkeen laajuus ja budjetti. Tämän ongelman ratkaisu on rakennuttajakonsultin vastuulla. Jopa rakennushankkeen luonnosmaisestakin tieto-

mallista voidaan saada alustavia konsultin laatimia kustannusarvioita sekä suunnittelijan laatimaa kolmiulotteista visuaalista materiaalia tilaajalle, joka voi hyödyntää saamaansa tietoa päätöksenteossa (Penttilä et al. 2006a, s. 13-15). Suunnitteluvaiheen alussa tietomallista saadut ensimmäiset kustannus- ja olosuhdeanalyysit sekä 3D-muodossa saatava visuaalinen aineisto auttavat viemään hanketta oikeaan, tilaajan haluamaan suuntaan (Penttilä et al. 2006a, s. 14). Myös Bryde et al. (2013, s. 974-978) havaitsi, että tietomallinnus auttaa joissakin rakennusprojekteissa hankkeen laajuuden hahmottamista.

Eastman et al. (2008, s. 21) mukaan tietomallipohjaisesta kustannustarkastelusta on tilaajalle suuri hyöty. Rakennushankkeeseen ryhtyessään tilaaja haluaa tietää, voidaanko haluttu rakennus ennalta määritetyllä laatutasolla, koolla ja ominaisuuksilla toteuttaa tilaajan hankkeeseen varaamalla budjetilla. Tieto tuotetaan tilaajalle edellisessä alaluvussa mainitulla tietomallien pohjalta laaditulla kustannusarviolla. Kustannusarviolla voidaan selvittää jonkin tietyn suunnitteluratkaisun hinta ennen kuin ratkaisua on reaaliaikaisessa maailmassa rakennettu. Voidaan tarkastella, ylittääkö tämä ratkaisu hankkeelle varatun budjetin (Eastman et al. 2008, s. 20-21).

Eastman et al. (2008, s. 21) mukaan tilaaja hyötyy rakennusprojektin tietomallintamisesta toteutetun rakennuksen kokonaislaadun paranemisella. Tämä perustuu tietomallin analysointi- ja simulointityökalujen hyödyntämiseen suunnitteluratkaisuja vertailemalla. Azhar (2011, s. 243) mukaan toteutetun rakennuksen tiloja voi hallita tietomallin avulla ja mallia voidaan käyttää tilojen korjausrakentamisen, uudelleensuunnittelun ja ylläpidon sekä huollon suunnitteluun. Tilaaja voi myös tuottaa tietomallista visuaalista aineistoa itse rakennuksesta, jota hän voi käyttää käytönopastus-, viranomaisyhteistyö- ja markkinointitarkoituksiin (Palos 2010, s. 31). Tilaaja voi siis hyötyä tietomallinnuksesta myös hankkeen toteutuksen jälkeen.

2.4.3 Rakennuttajakonsultin sekä muiden tahojen yhteiset hyödyt

Tietomallia ja sen analyysitietoa voidaan käyttää päätöksenteon tukena hankkeen onnistumisen takaamiseksi (Palos 2010, s. 31). Tietomallinnusprosessin menetelmät tarjoavat luotettavaa ja monipuolista tietoa, jota voidaan hyödyntää niin rakennushankkeen operatiivisessa kuin taloudellisessakin päätöksenteossa (RT 10-10992 2010, s. 3). Tietomallinnus mahdollistaa rakennuksen rakentamisen virtuaalisesti tietomalliohjelman sisällä ennen kuin varsinainen rakennustyö tapahtuu (Brynum et al. 2013, s. 24). Tämä mahdollistaa rakennuksen rakennettavuuden tarkastelun sekä epävarmuuksien karsimisen koko rakennusprojektin aikana, johtaen näin parempaan päätöksentekoon.

Alaluvussa 2.1 todettiin, että hanketta eteenpäin vievien päätösten tekeminen kuuluu tilaajalle. Tilaajan etu on saada riittävästi ja oikea-aikaisesti luotettavaa tietoa. Rakennuttajakonsultin tehtäviin sisältyy alaluvussa 2.1 mainitusti hankkeessa tehtävien päätösten hyväksyttäminen tilaajalla. Täten tilaajan päätöksenteon helpottaminen tuottaa hyötyä myös rakennuttajakonsultille.

Alaluvussa 2.1.1 mainitusti tilaaja tarvitsee jatkuvasti tietoa projektin etenemisestä. Tietomallia on mahdollista soveltaa rakennushankkeen projektinhallintaan, mikäli kyseiseen projektinhallinnan osa-alueeseen liittyvät tiedot mallinnetaan tai muuten syöte-

tään jossain muodossa tietomalliin. Tämä edellyttää myös sitä, että tietomallia käytetään sellaisella tietomallin analysointiohjelmalla, joka sisältää työkalut projektin seurannan raportointiin (Penttilä et al. 2006a, s. 14). Projektinhallinnan avulla tietomalli voidaan nähdä olevan hyödynnettävissä rakennuttajakonsultin toimesta.

Kansainvälisen tutkimuksen (CRC Construction Innovation 2007, Azhar 2011, s. 243 mukaan) mukaan tietomallinnetun projektin kokonaisaikataulu saattaa lyhentyä 7 % verrattuna perinteisellä 2D-suunnittelulla toteutettuun rakennushankkeeseen. Myös Bryde et al. (2013, s. 977) havaitsi, että projektin kokonaisaikataulu lyhenee ja että etenkin suunnitteluun tarvittava aika lyhenee alkuperäiseen aikatauluun verrattuna. Suunnitteluun tarvittava kokonaisaika tehostuu siksi, että eri suunnittelualat voivat tehdä suunnittelutyötään yhtäaikaisesti tietomallinnettavassa hankkeessa (Penttilä et al. 2006a, s. 14). Eastman et al. (2008, s. 22) mukaan tämä myös vähentää suunnitteluvirheitä sekä toisten suunnittelualojen suunnitelmien huomiotta jättämistä.

Bryde et al. (2013) mukaan tietomallintamisen positiivinen vaikutus projektin läpiviennin aikatauluun oli toiseksi yleisin havaittu hyöty. Bryde et al. (2013) havaitsi tietomallinnuksella olevan harvoin negatiivisia vaikutuksia suunnitteluajankäyttöön. Vaikutukset johtuivat mallinnustyöhön tarvitusta lisäajasta tai 2D-dokumenttien muuttamisesta tietomallin vaatimaan muotoon. Mikäli kaikki hankkeen sidosryhmät käyttävät tietomallinnusta hankkeen alusta alkaen, hankkeen aikatauluun negatiivisesti vaikuttavat tekijät voidaan minimoida (Bryde et al. 2013).

Hankkeen aikataulun nopeutuminen voi tarkoittaa sitä, että tilaaja saa rakennuksen käyttöönsä odotettua nopeammin. Tämän voidaan olettaa johtavan tyytyväiseen tilaajaan. Aikataulun ollessa myös osa rakennushankkeen projektinhallintaa, rakennuttajakonsultilla on mahdollisuus hyödyntää aikatauluun vaikuttavia tekijöitä, kuten tietomallintamista, myös rakennusprojektin hallinnassa.

Rakennussuunnittelijoiden tietomalliohjelmista voidaan tuottaa 2D-piirustuksia ikään kuin leikkaamalla tietomallia. Tämä vähentää huomattavasti piirustusten laatimiseen tarvittavaa aikaa sekä mahdollisia virheitä jokaisella suunnittelualalla (Eastman et al. 2008, s. 21). Myös Aschraftin (2008) mukaan tietomallinnus tehostaa myös suunnitelmien ja piirustusten tuotantoa merkittävästi. Piirustusten tuotanto voi olla peräti 50 % nopeampaa verrattuna perinteiseen 2D-suunnitteluun, etenkin jos suunnitelmia joudutaan muuttamaan nopealla tahdilla.

Myös dokumentit rakennuksen toteutuneista asennustöistä, eli niin sanotut punakynäpiirustukset, sekä valmistuspiirustukset voidaan tuottaa eri suunnittelualojen tietomallien pohjalta. Koska perinteisessä 2D-suunnittelussa 40-60 % alkuperäisistä rakennuspiirustuksista tullaan poistamaan ja korvaamaan toteutuneita asennustöitä kuvaavilla piirustuksilla, dokumenttien tuottaminen tietomallien pohjalta säästää sekä aikaa että kustannuksia (Thomsen et al., s. 56-57).

Bryde et al. (2013, s. 974-977) tutkimuksen mukaan tietomallinnus vaikuttaa usein positiivisesti hankkeen eri osapuolien kommunikaation paranemiseen. Kommunikaatio käsittää tässä tapauksessa projektitiedon oikea-aikaisen jakelun sekä tiedon asianmukaisen sisällön ja varastoinnin. Lisäksi Carmonan & Cathleenin (2007) mukaan tietomallil-

la toteutetun rakennushankkeen tiedonhallinta on parempi kuin perinteisellä 2D-suunnittelulla toteutetussa rakennushankkeessa.

Aschraftin (2008, s. 3) mukaan tietomallipohjainen suunnittelu mahdollistaa rakennushankkeen eri suunnittelualojen lähtötietojen yhdistämisen yhteen tietolähteeseen, tässä tapauksessa yhdistelmämalliin. Kun eri suunnittelualat, tuotteiden valmistajat tai urakoitsijat tarvitsevat lähtötietoja omien suunnitelmiensa tekemiseen, heidän ei tarvitse erikseen viedä paperisesta 2D-piirustuksesta tietoa omiin järjestelmiinsä. Koska moni eri taho tarvitsee muiden suunnittelijoiden tuotoksia omiksi lähtötiedoikseen, on jokainen tiedonsiirtoprosessi mahdollinen riski esimerkiksi tiedon väärintulkittamiseksi tai tiedon kirjoitusvirheeksi. Jatkuvasti päivitetyn tietomallin käyttäminen lähtötietona säästää aikaa jokaiselta muiden suunnittelijoiden suunnitelmia tarvitsevalta taholta sekä vähentää tiedonvälitykseen ja vanhentuneeseen tietoon liittyviä ongelmia, parantaen näin projektin tiedonhallintaa (Aschraft 2008, s. 3).

Perinteisessä 2D-suunnittelussa rakennushankkeen toteutukseen tarvittavat eri suunnittelualojen piirustukset ja suunnitelmat ovat toisistaan erillään. Yksikään näistä suunnitelmista ei kuvaa koko hankkeen toteutusta, vaan jokainen niistä kuvaa pientä palasta koko projektista. Lisäksi harvalla suunnittelijalla on pääsy kaikkiin suunnitteludokumentteihin, sillä ne ovat hajautetusti useassa paikassa. Näiden kaikkien suunnitelmien yhteensovittaminen ja hallinta on ollut perinteisesti rakennusosalalle suuri haaste. Tietomallinnetussa hankkeessa sen sijaan jokainen suunnitelmatieto on yhdistetty lopulta yhteen suureen tietomallien kokonaisuuteen. Vaikka suunnitelmatieto työmaalle tulostetaan paperipiirustuksille, ovat ne tulostettu tästä yhdestä ja samasta tietolähteestä, koko rakennushankkeen tietomallista, joka koostuu eri suunnittelualojen malleista (Thomsen et al., s. 48-49). Tiedon keskittäminen parantaa sen hallintaa huomattavasti. Myös virheiden määrä tietomallipohjaisessa suunnitelmien muokkaamisessa on pienempi kuin 2D-suunnittelussa, sillä tieto sijaitsee ainoastaan yhdessä paikassa ja suunnitelmadokumentit päivittyvät automaattisesti muutoksen tapahtuessa (Penttilä et al. 2006a, s. 25).

Tiedonhallinta on myös yksi osa-alue projektinhallinnasta, jolloin rakennuttajakonsultti voi hyödyntää tietomallinnusprosessia hankkeen projektinhallinnassa. Suunnittelutiedon parempi hallinta sekä parempi kommunikaatio suunnittelutyön aikana auttavat rakennuttajakonsulttia suunnittelun ohjauksessa ja suunnittelijoita itseään heidän keskinäisessä työssään.

Eri suunnittelualojen tuottamat tietomallit sovitetaan yhteen yhdistelmämalliin ja tarkastellaan suunnitelmien keskinäisiä ristiriitoja (Azhar 2011, s. 243). Tietomallipohjaisten suunnitelmien yhteensovitus on myös helpompaa kuin perinteisten 2D-pohjaisten paperisuunnitelmien, jolloin suunnitteluvirheet sekä ristiriidat vähenevät (Penttilä et al. 2006a, s. 14). Tämä vähentää myös työmaa-aikaisia muutostarpeita sekä nopeuttaa rakentamisprosessia (Eastman et al. 2008, s. 24).

Myös Bryde et al. (2013, s. 974-977) mukaan tietomallinnuksella on usein töiden ja suunnitelmien yhteensovittamisen kannalta positiivisia vaikutuksia. Koordinaation parane-
 ranemisen syynä oli usein tietomallinnusprosessin mahdollistama törmäystarkastelu tai

suunnitelmien yhteensovittamista vaativien tapaamisten väheneminen. Tietomallinnuksen mahdolliset negatiiviset vaikutukset suunnitelmien yhteensovitukseen johtuivat tutkimuksen mukaan usein tietomalliohjelmiin liittyvistä ongelmista tai tietomallinnusprosessin rajoituksien ymmärtämisen puutteesta.

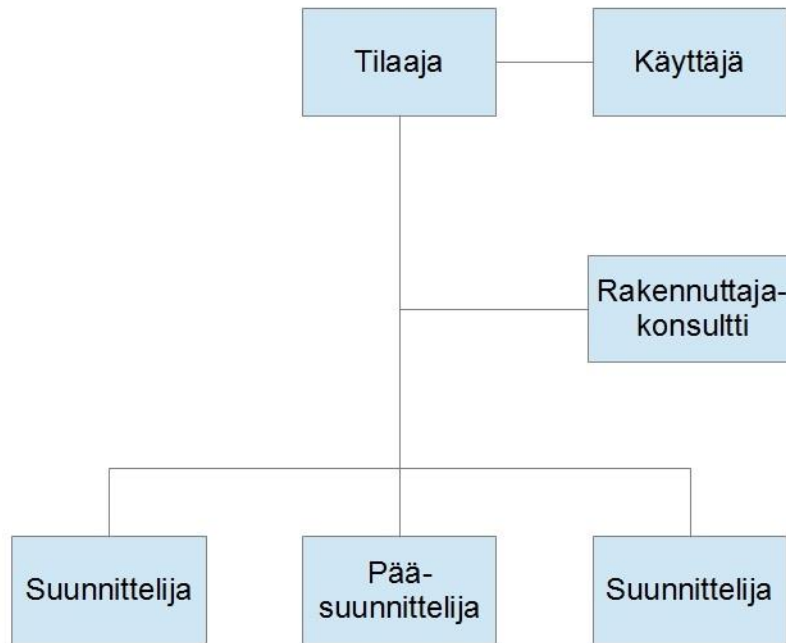
Valmistussuunnitelmien laatiminen suunnittelijoiden tietomallien pohjalta poistaa myös ongelmia etukäteen, sillä jos valmistettava osa ei sovi paikalleen tietomallin 3D-näkymässä, se ei todennäköisesti sovi myöskään todellisuudessa. Tämän johtaa suunnitelmamuutoksiin ja ongelman korjaamiseen ennen kuin kyseistä rakennusosaa ollaan asentamassa paikalleen tai edes valmistamassa, parantaen näin eri suunnitelmien yhteensopivuutta (Thomsen et al., s. 56-57).

Bryde et al. (2013, s. 974-978) mukaan tietomallinnus parantaa myös hankkeen suunnitelmatuotosten laatua sekä laadunhallintaa projektinjohdon näkökulmasta. Suunnitelmatuotosten laadun paraneminen näkyy tarkemmassa suunnitteluprosessissa, suunnitelmien paremmassa dokumentaatioissa sekä kehittyneemmissä suunnitteluratkaisuissa. Bryde et al. (2013, s. 974-978) ei havainnut, että tietomallinnuksella olisi haitallisia vaikutuksia suunnitelmien laatuun. Tietomallinnettujen suunnitelmien laatuun panostaminen edistää myös tietomallinnusprosessista saatavia muita hyötyjä (Bryde et al. 2013, s. 974-978).

2.5 Rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden välinen työskentelyprosessi tietomallinnettavassa hankkeessa

Tässä alaluvussa keskitytään työskentelyprosesseihin rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden välillä tietomallinnusta käyttävässä rakennussuunnitteluvaiheessa. Jotta näitä prosesseja voidaan tarkastella, tulee ensin määrittää rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden asema toistensa suhteen, eli mitä suunnittelun yhteistyömenettelyä käytetään.

Tässä tutkimuksessa sovellettavaksi suunnittelutyöjaoksi valittiin jaetun suunnittelun menetelmä, sillä tutkimuksen tekohetkellä Wise Groupin rakennuttamistoimialan useimmat hankkeet käyttivät jaetun suunnittelun mallia. Jaettu suunnittelu on rakennuttajakonsultin vetämä malli, jossa rakennuttajakonsultin tehtävä rakennussuunnitteluvaiheessa on pääasiassa aikataulun seuranta, tehtävien aikataulun mukainen koordinointi, kustannusseuranta sekä tilaajalle raportointi edellä mainituista asioista (Salonen 2001, s. 16-18). Wise Groupin tapauksessa rakennuttajakonsultin tehtäviin sisältyi usein myös suunnittelun ohjaus. Jaetun suunnittelun malli on esitetty kuvassa 2.4.



Kuva 2.4. Jaetun suunnittelun malli (Salonen 2001, s. 16)

Vaikka kuvan 2.4 mukaan pääsuunnittelija ei olekaan alistanut muita suunnittelualoja erillisillä alistussopimuksilla, pääsuunnittelija hoitaa muiden suunnittelualojen työn koordinoimisen. Muilla suunnittelualoilla tulee Salosen (2001, s. 16-18) mukaan tällöin olla yhteistyövelvoite KSE 2013:sta kohdan 3.1.2 mukaan sekä toimia yhteistyössä KSE 2013:sta kohdan 6.2 perusteella (RT 13-11143 2014). Tätä asiaa käsitellään tarkemmin sopimustekniikan kannalta alaluvussa 2.6.3.

Salosen (2001, s. 16-18) mukaan jaettu suunnittelu antaa mahdollisuuden yhteistyökulttuuriin, jossa pääsuunnittelija toimii rakennuttajakonsultin oikeana kätenä. Yhteistyö näiden kahden tahon välillä voidaan toteuttaa usealla eri tavalla, riippuen rakennuttajakonsultin hankekohtaisista valtuuksista ja pääsuunnittelijan kokemuksesta. Työnjako rakennuttajakonsultin ja pääsuunnittelijan välillä on hankekohtaisesti suunniteltava hyvin, jotta se ei aiheuta sekaannusta suunnitteluryhmässä.

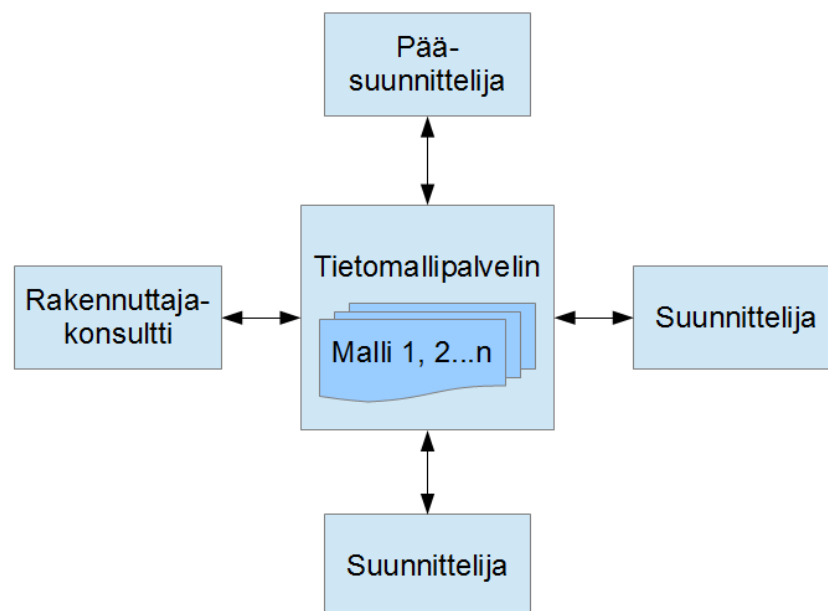
Jaetun suunnittelun yhteistyömallissa on Salosen (2001, s. 16-18) mukaan kuitenkin se riski, että rakennuttajakonsultille syntyy turhaa raportointia. Rakennuttajakonsultti voi myös tietämättään vaatia suunnittelijoilta heidän mielestään turhia kokouksia ja ylimääräistä raportointia sekä asioiden selvitystä rakennuttajakonsultille. Salosen (2001, s. 16-18) mukaan vaarana on myös se, että rakennuttajakonsultti vahingoittaa suunnittelualojen yhteistyötä suodattamalla tiedonkulkua eri suunnittelualojen välillä sekä tilaajan ja suunnittelualojen välillä. Näitä kaikkia tulee siis varoa jaetun suunnittelun mallin onnistumiseksi.

2.5.1 Osaprosessit tietomallipohjaisessa suunnittelussa

Tässä alaluvussa käsitellään rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden välisen työskentelyn muodostamia osaprosesseja tietomalleja hyödyntävässä rakennussuunnitteluvai-

heessa. Osaprosesseilla tarkoitetaan sellaisia rakennuttajakonsultin ja suunnittelijan välisiä yksinkertaisia ja jatkuvasti toistettavia toimintamalleja, jotka voivat ajoittua mihin tahansa suunnittelun vaiheeseen. Tässä alaluvussa keskitytään vain suunnittelijoiden ja rakennuttajakonsultin väliseen rajapintaan. Tämä alaluku ei esittele kaikkia mahdollisia rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden välisiä toimintamalleja.

Vakkilaisen (2009, s. 96-97) mukaan tietomallinnusprosessin mukaisessa tiedonhallintajärjestelmässä kaikki suunnittelualat siirtävät suunnittelutietonsa rakennushankkeen yhteiseen tietojärjestelmään, joka perustuu tietomallipalvelimen toimintaan. Aiemmin kuvattujen rakennuttajakonsultin tehtävien perusteella hänen tulee hallita yllä kuvattua tietomallipalvelimen käyttämää tietojärjestelmää. Rakennuttajakonsultti voi seurata suunnittelun etenemistä ja aikataulun toteutumista tietomallipalvelimen sisältöä tarkkailemalla. Rakennuttajakonsultin asema tässä tietomallipalvelinpohjaisen tiedonjakelun prosessissa on esitetty kuvassa 2.5.



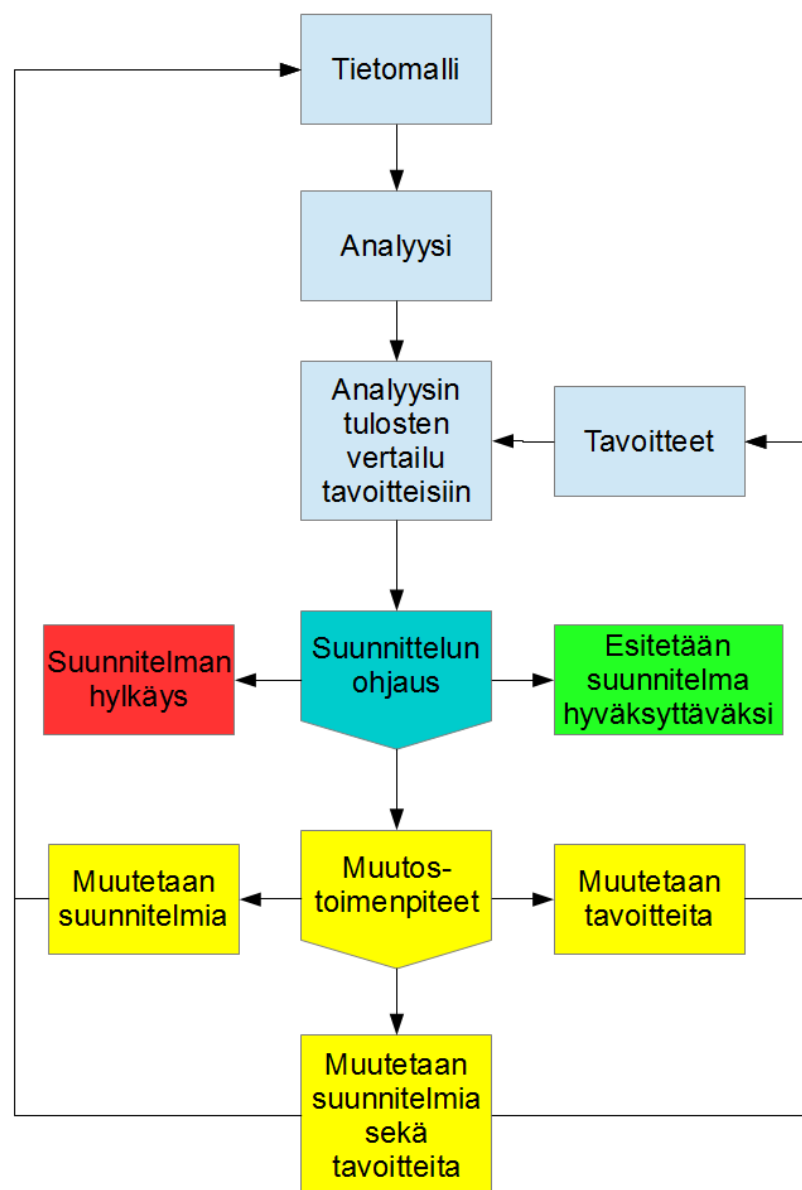
Kuva 2.5. Tietomallipalvelin tietomallipohjaisen hankkeen tiedonvaihdon rajapintana

Kuva 2.5 esittää, miten tietomallipalvelin sisältää kaikki hankkeeseen kuuluvat tietomallit (Hietanen 2006). Suunnittelijat käyttävät tietomallipalvelinta rajapintana suunnittelutiedon välillä viedessään omat tietomallinsa palvelimelle eli lisätessään suunnittelutietoa. Vastaavasti suunnittelijat tarkastelevat tietomallipalvelimen avulla muiden suunnittelijoiden tietomalleja eli muiden suunnittelualojen suunnitelmista saatavaa tietoa (Hietanen 2005, s. 48-49). Vaikkei rakennuttajakonsultti itse syötäkään tietomallitietoa palvelimelle, hän voi tarkastella hankkeen muiden osapuolten suunnitelmia.

Hietasen (2005, s. 59) mukaan tietomallien analysoinnin avulla suunnittelutyötä voidaan ohjata kohti hankkeen tavoitteita. Tavoitteisiin vertailemalla rakennuttajakonsultti voi selvittää, milloin suunnitteluratkaisut ovat riittävät tilaajalle esiteltäväksi. Ra-

kennuttajakonsultin on tarkasteltava suunnittelijoiden suunnitteluratkaisuja rakennussuunnittelun kunkin vaiheen aikana.

Rakennuttajakonsultti voi olla myös yksi analyysitiedon tuottajista esimerkiksi rakennuksen kustannusarvion laatijana. Tuuhean (2010) mukaan rakennuttaja, eli tässä tapauksessa rakennuttajakonsultti, tarvitsee tietomallista rakennussuunnitteluvaiheen aikana useampia määrätietoja kustannusarvion laatimiseksi. Koska rakennuttajakonsultti ohjaa suunnittelua myös kustannusten kannalta, toimii tietomallin analysointiprosessi kustannuksia koskien samalla tavalla kuin esimerkiksi verrattaessa energialaskennan tuloksia tilaajan asettamiin energiantehokkuusvaatimuksiin. Tutkija laati Hietasen (2005, s. 59) teoksessa esitettyä kaaviota hyvin läheisesti mukailevan kuvauksen tietomallien analyysiä hyödyntävän suunnittelun ohjausprosessin kulusta. Tutkijan laatima kaavio on esitelty kuvassa 2.6.



Kuva 2.6. Suunnittelun ohjauksen prosessi tietomallin analyysellä hyödyntäen

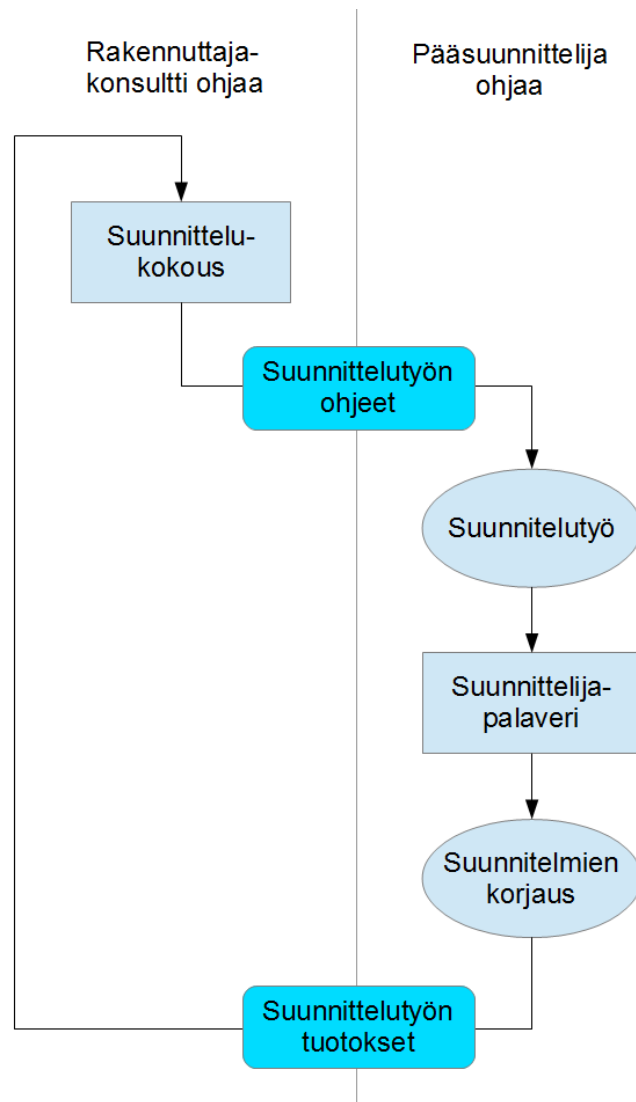
Kuvan 2.6 mukaan rakennuttajakonsultin suorittama suunnittelun ohjaus voi hyödyntää tietomalleista tehtyjen analyysien tuloksia vertailemalla niitä hankkeessa asetettuihin tavoitteisiin. Mikäli analyysin tulokset ovat liian kaukana tavoitteista, suunnitteluratkaisu lasketaan epäonnistuneeksi ja suunnitelma hylätään kokonaan, jolloin suunnittelutyö tulee aloittaa alusta. Mikäli suunnitelma taas täyttää tavoitteet, rakennuttajakonsultti voi esittää suunnittelutyön tuloksia tilaajalle hyväksyttäväksi. Mikäli tavoitteet eivät kuitenkaan täyty, mutta suunnitelma on kehityskelpoinen, rakennuttajakonsultti käynnistää muutosprosessin (Hietanen 2005, s. 59).

Rakennuttajakonsultti voi muuttaa hanketta eli suunnitelmien tavoitteita yhdessä tilaajan kanssa, jotta tavoitteet saadaan vastaamaan olemassa olevia suunnitelmia. Vastaavasti hän voi myös ohjata suunnitelmia määrättyllä tavoin muutettavaksi. Pääsuunnittelija vastaa tällöin eri suunnittelualojen työn tarkemmasta koordinoinnista ja suunnitelmien yhteensovittamisesta. Konsultti voi myös muuttaa sekä suunnitelmia että tavoitteita, jolloin prosessi on kahden edellisen yhdistelmä (Hietanen 2005, s. 59).

Suunnittelijapalaverissa tarkastetaan tietomallien ja sitä kautta suunnitelmien yhteensovittuvuus. Palaveria pidetään Tuuhean (2010, s. 23) mukaan varsinaisten suunnittelukokousten välisenä aikana, kohteen laajuudesta sekä luonteesta riippuen noin 1 – 3 viikon välein. Suunnittelualat päivittävät tietomallinsa palaverien välisenä aikana. Suunnittelutyön koordinointi, jota tehdään palaverissa ja niiden välisenä aikana, on tärkeää, jotta suunnittelijat rakentaisivat tietomallinsa oikealla tietosisällöllä ja että mallien toteutus tapahtuu oikeassa järjestyksessä (Penttilä et al. 2006b, s. 29). Tuuhean (2010, s. 23) mukaan suunnittelijapalaverien järjestämisestä vastaa pääsuunnittelija, mutta Niskakankaan (2014, s. 56) mukaan koollekutsumisesta voi vastata myös tietomallikoordinaattori.

Rakennuttajakonsultti ohjaa suunnittelua ja johtaa suunnittelukokoukset, joita pidetään hankkeen laajuudesta ja monimutkaisuudesta riippuen Tuuhean (2010) mukaan noin kuukauden välein. Aiemmin mainitun mukaan rakennuttajakonsultti johtaa suunnittelun ohjauksella hankkeen tietomallit ja niiden sisältämät suunnitteluratkaisut kohti haluttua suuntaa. Pääsuunnittelija vastaa siitä, että suunnittelijat toteuttavat edellä mainitut suunnitteluratkaisut (RT 10-11108 2013).

Tutkija laati suunnittelijapalaverien ja suunnittelukokousten suhdetta kuvaavan kaavion Tuuhean (2010) ja Penttilä et al. (2006b, s. 29) teoksien sekä pääsuunnittelijan tehtäväluettelon (RT 10-11108 2013) pohjalta. Kaavio on esitetty kuvassa 2.7, jossa havainnollistetaan tietomallintavan rakennussuunnitteluprosessin toistuva suunnitelmien ohjaus-, yhteensovitus- ja tarkastusprosessi rakennuttajakonsultin ja pääsuunnittelijan näkökulmasta. Kuvassa 2.7 oletetaan, että suunnittelijapalaverien järjestämisestä vastaa pääsuunnittelija.



Kuva 2.7. Rakennuttajakonsultin vetämien suunnittelukokouksien rooli suhteessa pääsuunnittelijan vetämiin suunnittelijapalavereihin (Penttilä et al. 2006b, s. 29; RT 10-11108 2013; Tuuhea 2010)

Kuvan 2.7 mukaan rakennuttajakonsultti määrittää suunnittelukokouksissa suunnittelutiimille ohjeet suunnittelutyön etenemiselle. Pääsuunnittelija tämän jälkeen vastaa suunnitelmien toteutuksesta eli suunnittelijoiden tietomallinnustyöstä. Pääsuunnittelija sovittaa suunnitelmat yhteen suunnittelijapalaverien avulla, joissa eri suunnittelualojen tietomalleista muodostettua yhdistelmämallia tarkastellaan. Pääsuunnittelija ohjaa suunnittelijoita tekemään tarpeelliset korjaukset, jolloin saadaan aikaan suunnittelutyön tulokset. Suunnittelutyön tulokset, eli laaditut tietomallit palaavat jälleen suunnittelukokoukseen rakennuttajakonsultin tarkasteltavaksi. Tuuhean (2010) määrittelyn mukaan suunnittelijapalavereita voi olla suunnittelukokouksien välissä useampiakin, jolloin myös suunnittelutyötä sekä suunnitelmien korjausta tehdään useammassa syklissä.

2.5.2 Työskentelyprosessi tietomallipohjaisessa suunnittelussa

Tässä alaluvussa käsitellään rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden välisen työskentelyprosessin kulkua rakennussuunnittelun eri hankevaiheissa alaluvun 2.1 alussa esitetyn hankevaiheistuksen mukaisesti.

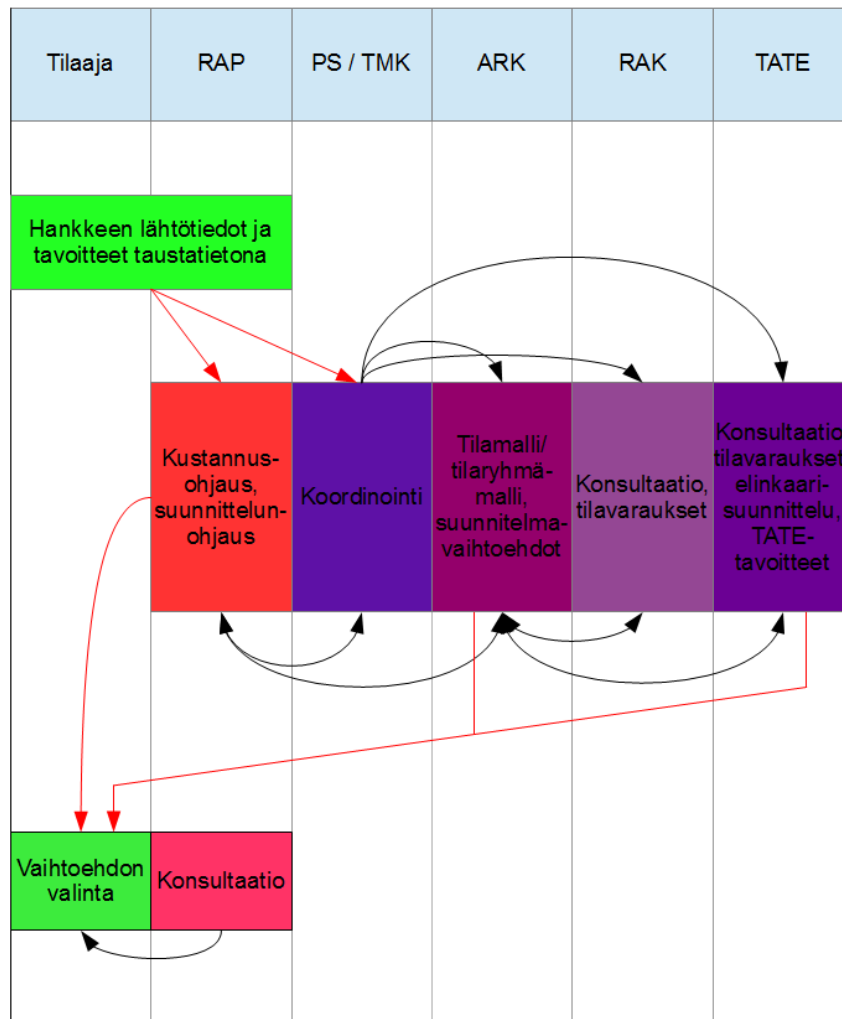
Kaikki tämän alaluvun kaaviot rakentuvat toistensa kanssa samalla tavalla. Kaavioissa kukin pystysarakkeet kuvaavat hankkeen eri osapuolten tehtäväkenttiä ja kukin laatikko kuvaa tämän osapuolen suorittamaa tehtävää. Mikäli laatikko on useassa eri pystysarakkeessa, kuuluu tämä tehtävä usealle hankkeen osapuolelle.

Kukin kaavio kuvaa yhtä suunnitteluvaihetta. Ajallisesti prosessi etenee kaaviossa ylhäältä alas. Samassa vaakatasossa olevat laatikot tarkoittavat näin sitä, että niiden toteutus tapahtuu samassa vaiheessa. Nuolten suunta ilmaisee tiedonsiirron, ohjeistuksen, komentoketjun tai palautteen suuntaa. Nuolten värien tarkoitus on selkeyttää prosessikaavioita.

Kaikki kaaviot pohjautuvat Paloksen (2010) diplomityöhön. Palos (2010) tutki tietomalliproessin etenemistä projektinjohtourakointimuotoisissa hankkeissa, kun taas tämä tutkimus olettaa hankkeen toteuttavan kokonaisurakkamuodolla. Tästä syystä kaikki Paloksen (2010) alkuperäiset kaaviot on sovitettu tässä tutkimuksessa aiemmin esitettyihin oletuksiin ja rajauksiin. Paloksen (2010) alkuperäisiä kaavioita on kehitetty siten, että näkökulmaksi on muutettu rakennuttajakonsultin näkökulma.

Paloksen (2010) diplomityössä pääsuunnittelijan ja tietomallikoordinaattorin tehtävät ovat esitetty kaavioiden samoissa pystysarakkeissa. Paloksen (2010) ja tämän alaluvun kaavioissa on tehty oletus, että pääsuunnittelija huolehtii tietomallikoordinaation tehtäviä, vaikka näin ei aina todellisuudessa ole. Paloksen (2010) kaavioista poiketen kaikkiin tämän alaluvun kaavioihin on eroteltu erikseen pääsuunnittelijan sekä rakennuttajakonsultin tehtävät heidän tehtäväluetteloidensa HJR12 (RT 10-11107 2013) ja PS12 (RT 10-11108 2013) sekä tämän diplomityön rajauksien ja oletuksien mukaan.

Ehdotussuunnitteluvaiheessa rakennuttajakonsultin työ keskittyy suunnittelun ohjaukseen (RT 10-11107 2013) kun taas vastaavasti suunnittelijoiden työ keskittyy suunnitelmaratkaisujen luonnosteluun, vaihtoehtoisten ratkaisujen laatimiseen ja ehdotussuunnitelmien laatimiseen eri tarkkuudella suunnittelualasta riippuen (RT 10-11108 2013; RT 10-11109 2013; RT 10-11128 2013; RT 10-11129 2013). Ehdotussuunnitteluvaiheen prosessi on esitetty kuvassa 2.8.

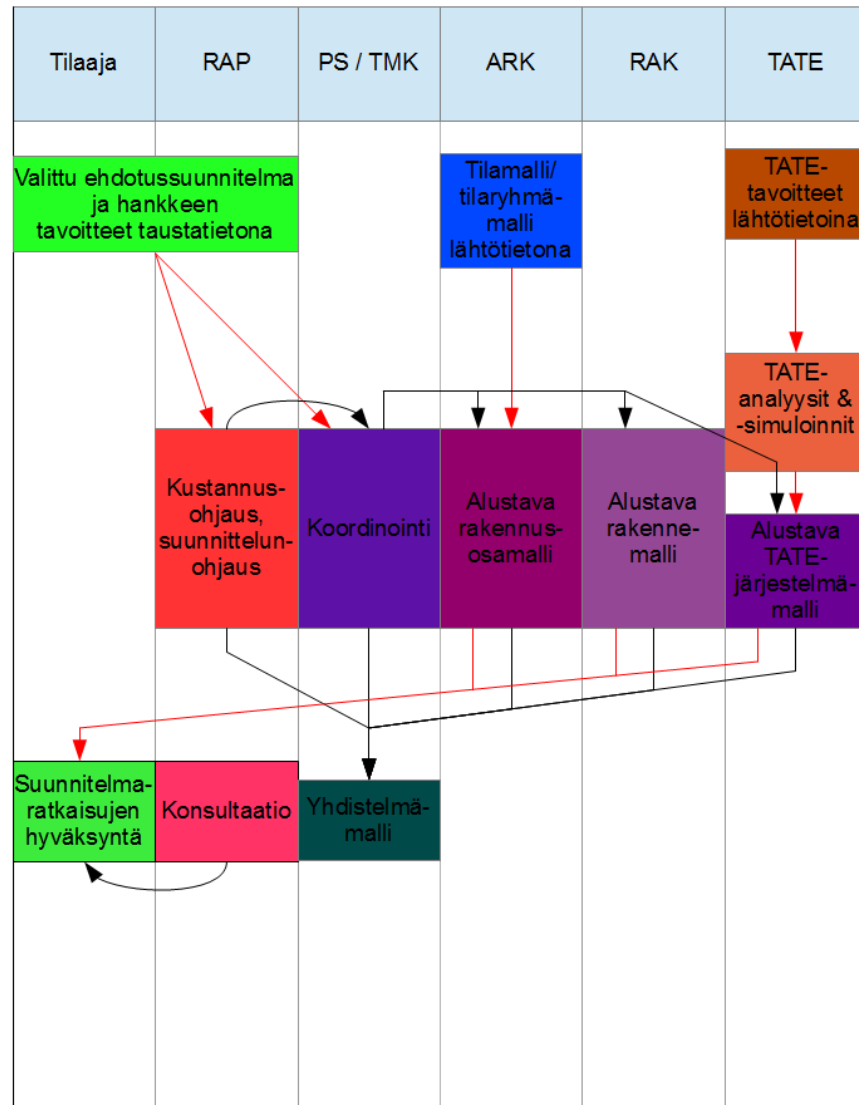


Kuva 2.8. Ehdotussuunnitteluvaiheen prosessikaavio (RT 10-10992 2010; RT 10-11107 2013; RT 10-11108 2013; RT 10-11129 2013; Yleissuunnittelu 2 2010)

Kuva 2.8 on laadittu mukaillen Paloksen (Yleissuunnittelu 2 2010) kaaviota yleissuunnitteluvaiheen alusta. Kuvan 2.8 mukaan ehdotussuunnitteluvaiheen lähtötietoina toimivat tilaajan ja rakennuttajakonsultin yhdessä asettamat hankkeen lähtötiedot, tavoitteet, suunnitteluohjeet ja niin edelleen. Nämä ohjaavat rakennuttajakonsulttia ja pääsuunnittelijaa omassa työssään. Rakennuttajakonsultti ohjaa suunnittelua pääsuunnittelijan kautta sekä ARK-mallin avulla, josta hän saa palautetta myös omalle kustannusarviolleen. Paloksen (Yleissuunnittelu 2 2010) mukaan ARK-suunnittelija konsultoi RAK- ja TATE-suunnittelioita tilavarausten ja suunnitteluratkaisujen osalta. Tilaajan päätöksenteon ja ehdotussuunnitelman valinnan tukena toimivat suunnittelijoiden laatima TATE-tavoitteiden vertailu, ARK-suunnittelijan alustava rakennusosamalli (Yleissuunnittelu 2 2010) ja rakennuttajakonsultin kustannusohjaus sekä konsultointipalvelu.

Yleissuunnitteluvaiheessa rakennuttajakonsultin työ kattaa edelleen pääasiassa suunnittelun ohjauksen ja kustannusohjauksen (RT 10-11107 2013). Suunnittelijoiden

työ keskittyy yleissuunnitelmien laadintaan ja tietomallintamiseen suunnittelualasta riippuen (RT 10-11109 2013; RT 10-11128 2013; RT 10-11129 2013). Pääsuunnittelijan / tietomallikoordinaattorin vastuulle kuuluu suunnitelmien yhteensovitus (RT 10-11108 2013). Yleissuunnitteluvaiheen prosessi on esitetty kuvassa 2.9.



Kuva 2.9. Yleissuunnitteluvaiheen prosessikaavio (RT 10-11107 2013; RT 10-11108 2013; RT 10-11109 2013; RT 10-10992 2010; RT 10-11128 2013; RT 10-11129 2013; Yleissuunnittelu 2 2010)

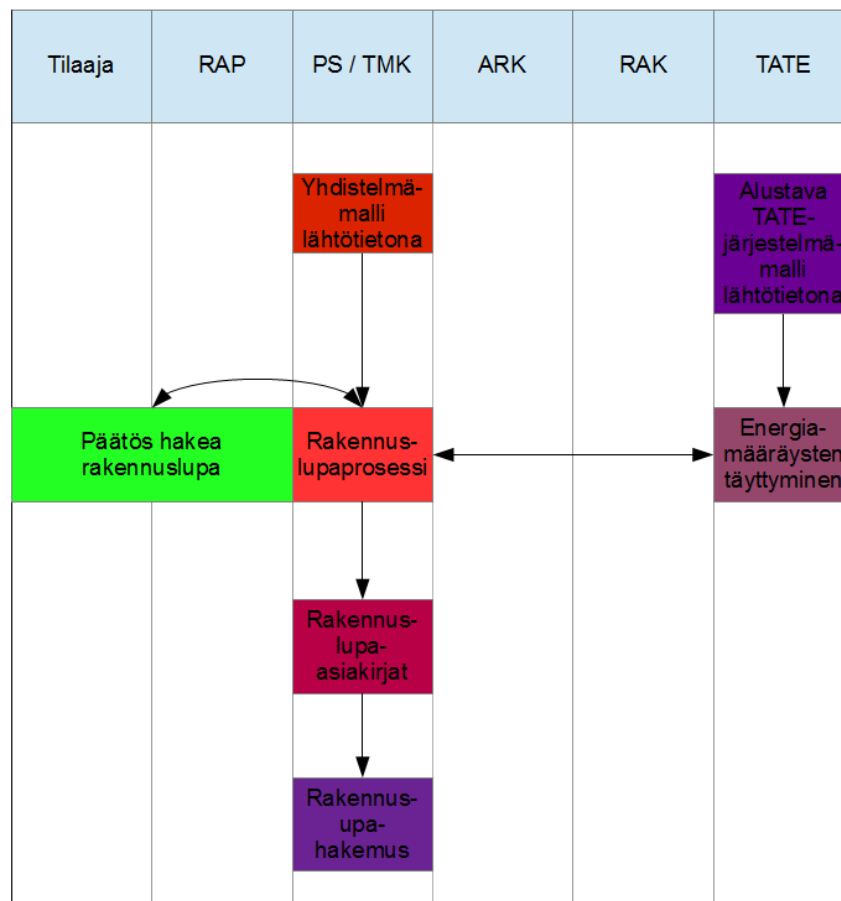
Kuva 2.9. on laadittu mukailien Paloksen (Yleissuunnittelu 2 2010) kaaviota yleissuunnitteluvaiheesta. Kuvan 2.9 mukaan yleissuunnitteluvaiheen lähtötietoina toimivat tilaajan ja rakennuttajakonsultin yhdessä asettamat hankkeen lähtötiedot, tavoitteet ja suunnitteluohjeet sekä tilaajan valitsema ehdotussuunnitelma. Nämä ohjaavat edelleen rakennuttajakonsulttia sekä pääsuunnittelijaa omissa töissään. Rakennuttajakonsultti ohjaa suunnittelua pääsuunnittelijan sekä yhdistelmämallin kautta.

Paloksen (Yleissuunnittelu 2 2010) mukaan ARK-suunnittelijan lähtötietoina toimii alustava rakennusosamalli. TATE-suunnittelijan lähtötietoina toimivat ehdotussuunnit-

teluvaiheessa määritetyt tavoitteet TATE-suunnittelulle. Lisäksi TATE-suunnittelijan suorittamat erilaiset analyysit ja simulaatiot hankkeen suunnitelmista toimivat TATE-suunnittelijan järjestelmämallin lähtötietoina. Pääsuunnittelija / tietomallikoordinaattori vastaa yhdistelmämallin laatimisesta ja suunnitelmien yhteensovittamisesta. Yhdistelmämalli koostuu eri suunnittelualojen tietomalleista (Yleissuunnittelu 2 2010).

Eri suunnittelualojen tietomallit toimivat pohjana suunnitelmien hyväksymiselle (Yleissuunnittelu 2 2010). Rakennuttajakonsultti esittelee ratkaisut tilaajalle ja tilaaja konsultoi rakennuttajakonsulttia päätösten tekemisessä (RT 10-11107 2013). Paloksen (Yleissuunnittelu 2 2010) mukaan yhdistelmämallin laatiminen tapahtuu kuitenkin vasta suunnitteluratkaisujen hyväksymisen jälkeen.

Rakennuslupavaiheessa rakennuttajakonsultin työnkuvaan kuuluu rakennuslupa-asiakirjojen teetättäminen ja lupavaiheen työn valvominen (RT 10-11107 2013). Pääsuunnittelijan vastuulla on rakennuslupaa varten tarvittavien suunnitelmien koordinoiminen (RT 10-11108 2013). Rakennuslupavaiheen prosessi on esitetty kuvassa 2.10.

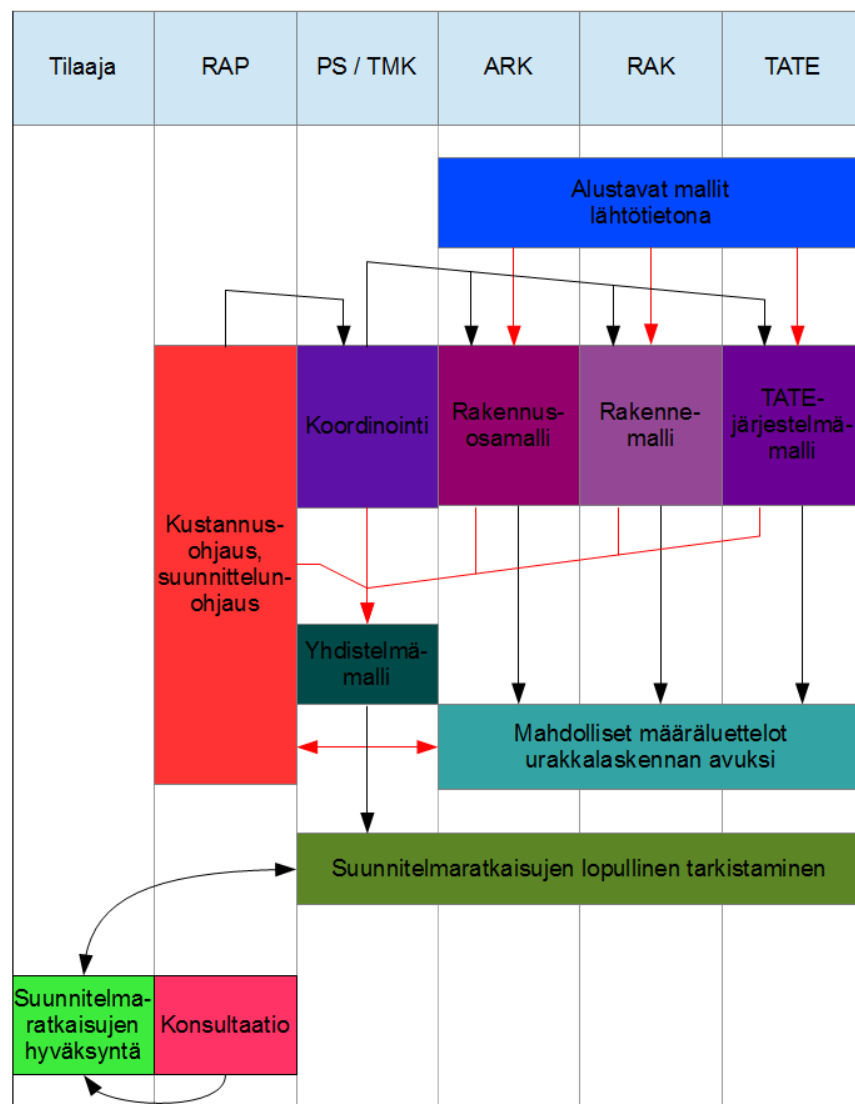


Kuva 2.10. Rakennuslupavaiheen prosessikaavio (Rakentamisen valmistelu 2010; RT 10-10992 2010; RT 10-11107 2013; RT 10-11108 2013; RT 10-11109 2013; RT 10-11128 2013; RT 10-11129 2013)

Kuva 2.10 on laadittu mukaillen Paloksen (Rakentamisen valmistelu 2010) kaaviota rakentamisen valmistelusta. Luvanhakemisprosessin lähtötietoina toimivat yhdistelmä-

malli sekä osaltaan TATE-järjestelmämalli, jota verrataan siihen, toteuttaako suunniteltu järjestelmä energiamääräykset (Rakentamisen valmistelu 2010). Rakennuttajakonsultti ja tilaaja käynnistävät rakennusluvan hakemisen (Rakentamisen valmistelu 2010; RT 10-11107 2013). Rakennuttajakonsultti vastaa rakennuslupa-asiakirjojen teettämisestä (RT 10-11107 2013), mutta pääsuunnittelija tekee rakennuslupahakemuksen ja laatii asiakirjat tai koordinoi asiakirjojen tekemisen (Rakentamisen valmistelu 2010).

Toteutussuunnitteluvaiheessa rakennuttajakonsultti vastaa suunnittelun ohjauksesta (RT 10-11107 2013). Pääsuunnittelijan vastuu kattaa suunnitelmien yhteensovittamisen (RT 10-11108 2013) kun muiden suunnittelualojen tehtävänä on omien suunnitelmiensa tarkentaminen kokonaisurakkatarjouksen antamista vastaavalle tasolle (RT 10-11109 2013; RT 10-11128 2013; RT 10-11129 2013). Toteutussuunnitteluvaiheprosessi on esitetty kuvassa 2.11.



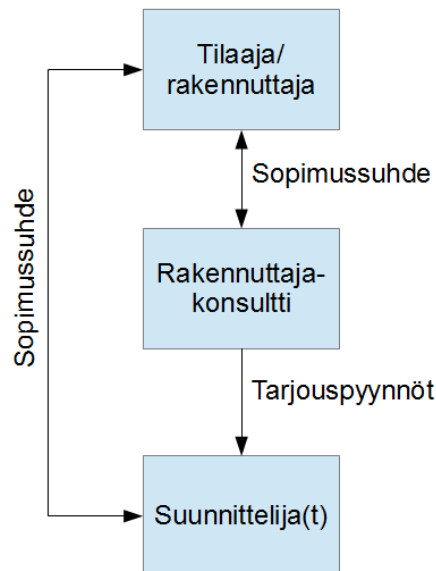
Kuva 2.11. Toteutussuunnitteluvaiheen prosessikaavio (Rakentamisen valmistelu 2010; Rakentaminen 2010; RT 10-10992 2010; RT 10-11107 2013; RT 10-11108 2013; RT 10-11109 2013; RT 10-11128 2013; RT 10-11129 2013).

Kuva 2.11 on laadittu mukaillen Paloksen (Rakentaminen 2010; Rakentamisen valmistelu 2010) kaaviota rakentamisen valmistelusta ja rakentamisvaiheesta. Toteutus-suunnitteluvaiheessa suunnittelijoiden lähtötietoina toimivat kunkin suunnittelualan tietomallit sekä haettu rakennuslupa. Suunnittelijat tarkentavat tietomallejaan ja pääsuunnittelija suorittaa suunnitelmien yhteensovittamisen (Rakentaminen 2010; Rakentamisen valmistelu 2010). Rakennuttajakonsultti ohjaa suunnittelua koko prosessin ajan (RT 10-11107 2013). Suunnittelualat luovat erikseen sovittaessa suuntaa antavat määräluettelot oman suunnittelualansa tietomallista urakkalaskennan tueksi. Määräluettelot voivat toimia myös rakennuttajakonsultin kustannusohjauksen perustana. Kunkin suunnitteluala sekä pääsuunnittelija tarkastavat suunnitelmat ja niiden valmiuden rakentamista varten (Rakentaminen 2010; Rakentamisen valmistelu 2010). Rakennuttajakonsultti esittää suunnitelmaratkaisut tilaajan hyväksyttäväksi (Rakentaminen 2010; Rakentamisen valmistelu 2010; RT 10-11107 2013). Tulokseksi saadaan hyväksytyt toteutus-suunnitelmat, joilla voidaan kilpailuttaa kokonaisurakkatarjoukset.

2.6 Suunnittelutarjouspyynnöt ja suunnittelusopimus

Tässä alaluvussa tarkastellaan suunnittelutarjouspyyntö- ja suunnittelusopimustekniikkaa tietomallinnettavissa hankkeissa. Lisäksi perehdytään suunnittelusopimussuhteisiin rakennuttajakonsultin näkökulmasta.

Rakennusalan suunnittelusopimusten kohdalla yleisenä käytäntönä on, että rakennuttajakonsultti laatii suunnittelusopimukset ja sopimukset solmitaan rakennuttajan / tilaajan nimiin (Liuskala & Stoor 2014, s. 59). Tämä suhde on esitetty kuvassa 2.12.



Kuva 2.12. Sopimussuhteita kuvaava malli rakennuttajan/tilaajan, rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden välisistä siteistä.

Kuvan 2.12 mukaan rakennuttajakonsultti on suorassa sopimussuhteessa rakennuttajaan/tilaajaan. Rakennuttajakonsultin tehtävänä on suorittaa suunnittelijoiden kilpailutus

rakennuttajan/tilaajan puolesta, joten konsultti lähettää tarjouspyynnöt potentiaalisille suunnittelijoille. Rakennuttajakonsultti ottaa vastaan ja vertailee saadut tarjoukset sekä esittelee ne rakennuttajalle/tilaajalle. Kun rakennuttaja/tilaaja on tehnyt päätöksensä, varsinaiset suunnittelusopimukset solmitaan rakennuttajan/tilaajan nimiin. Täten rakennuttajakonsultti ei ole sopimussuhteessa suunnittelijoihin.

2.6.1 Suunnittelutarjouspyyntöjen laatiminen

Rakennuttajakonsultti laatii suunnittelutyön tarjouspyyntöasiakirjat hankkeen rakennus-suunnittelun valmisteluvaiheen lopussa. Rakennuttajakonsultin tulee myös esittää tilaajalle suunnittelijoiden valintamenettely ennen tarjousten lähettämistä. Vaihtoehtoja ovat tarjouskilpailu, suora valinta, neuvottelu tai palkkiomuodot (RT 10-11107 2013, s. 10).

Suunnittelutarjouspyynnöissä on ensisijaisesti määriteltävä suunnittelutehtävät. Ne määritellään kirjoittamalla tarjouspyyntöön, mikä suunnitteluala on kyseessä ja viitataan kyseisen suunnittelualan tehtäväluetteloon. Mukana voi olla myös muita suunnittelutehtävien laajuutta tai sisältöä määrittäviä liitteitä (Kankainen & Junnonen 2001, s. 36).

Suunnittelutarjouspyynnöissä kuvataan ensin suunniteltavan kohteen tiedot. Tämän jälkeen määritellään suunnittelutöiden tehtäväsisällöt viitaten kunkin suunnittelualan käytössä olevien RT-korttien suunnittelutehtäväluetteloihin sekä mainitaan mahdolliset poikkeukset. Lisäksi tehtäväsisältöosioissa määritellään mahdolliset lisätehtävät sekä toimeksiantoon muuten kuuluvat työt. Suunnittelutarjouspyynnössä veloitetaan suunnittelijoita noudattamaan rakennuttajan tai tilaajan ohjeita ja vaatimuksia sähköisten suunnitteludokumenttien muodosta (Suunnittelutarjouspyyntö ARK ja PS 2014; Suunnittelutarjouspyyntö RAK 2014; Suunnittelutarjouspyyntö LVISA 2014).

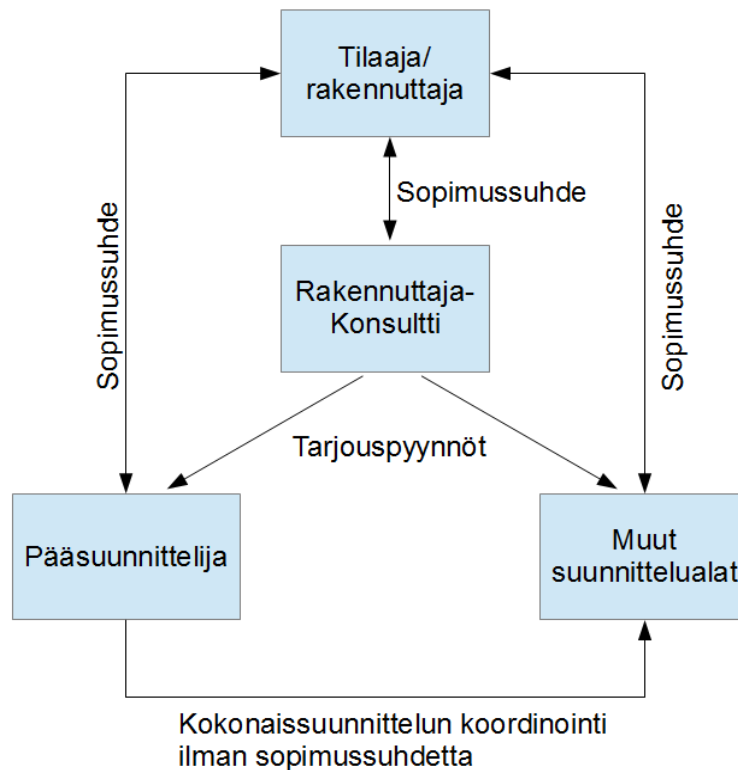
Suunnittelutarjouspyynnöissä kuvataan karkealla tarkkuudella hankkeen aikataulu. Hankkeen aikataulusta eritellään muun muassa rakennuslupahakemuksen jättöaika, jota ennen suunnittelijoiden rakennuslupadokumenttien on oltava valmiit; hankkeen rakentamisen aloitusaika sekä rakennuksen suunniteltu vastaanottoaika. Suunnittelutarjouspyynnöissä määritellään lisäksi aineisto, jonka tulee sisältyä lähetettyyn tarjoukseen. Suunnittelutarjouspyynnöissä määritellään myös ne sopimusehdot, joita mahdollisen suunnittelusopimuksen laatimisessa sovelletaan sekä mahdolliset sopimusehtojen poikkeukset. Lopuksi suunnittelutarjouspyynnöissä kerrotaan suunnittelijoiden valintakriteerit, rakennuttajan eli tilaajan oikeudet sekä tarjousten toimitusosoite (Suunnittelutarjouspyyntö ARK ja PS 2014; Suunnittelutarjouspyyntö RAK 2014; Suunnittelutarjouspyyntö LVISA 2014).

Suunnittelutarjouspyynnöissä luetellaan lisäksi tarjouspyyntöön kuuluvat liitteet ja niiden tärkeysjärjestys. Ensimmäisenä liitteenä tulee olla kuvaus hankkeesta. Toisena liitteenä ovat mahdolliset olemassa olevat suunnitelmat. Suunnittelutarjouspyynnön viimeisenä liitteenä ovat suunnittelijoiden tehtäväluettelot (Suunnittelutarjouspyyntö ARK ja PS 2014; Suunnittelutarjouspyyntö RAK 2014; Suunnittelutarjouspyyntö LVISA 2014).

Koska rakennuttajakonsultti on mukana hankkeessa jo silloin kun suunnittelijoita ei ole vielä valittu, on hänellä mahdollisuus vaikuttaa suunnittelijoiden valintaan tilaajan

eduksi. On rakennuttajakonsultin etiikan mukaista, että suunnittelijat valitaan sekä kokemuksen että toimituskyvyn perusteella. Tilaaja haluaa kuitenkin usein ratkaista valinnan hinnan perusteella. Alimman hinnan perusteella tehty mahdollinen huonoksi myöhemmin osoittautuva päätös kasvattaa tilaajan / rakennuttajan riskiä. Rakennuttajakonsultin työtaakka saattaa kasvaa, joka voi esimerkiksi aiheuttaa tilaajalle lisäkustannuksia rakennuttajakonsultin lisätöiden muodossa. Lisäksi riski koko hankkeen epäonnistumisesta kasvaa. Rakennuttajakonsultti voi pienentää mahdollisen huonon suunnittelijavallinnan riskiä määrittelemällä tarjouspyynnössä olevan suunnittelutehtävän mahdollisimman tarkasti ja pyrkien näin samalla pudottamaan alihinnoittelevat suunnittelijat tarjouskilpailusta (Koski 1989, s. 8).

Tarjouspyyntöjä tehtäessä on päätettävä, onko tilaaja sopimussuhteessa yhteen vai useampaan suunnitteliijaan. Koska suunniteltava hanke jaotellaan lähes aina eri suunnittelualojen tehtäviin, voi tilaaja tehdä sopimukset joko jokaisen suunnittelualan kanssa erikseen tai sitten vain yhden suunnittelualan kanssa, joka tekee sopimuksen muiden suunnittelualojen kanssa. Tarjouspyynnössä on ilmaistava selkeästi, onko kyseessä suunnittelualakohtainen osatehtävä vai koko hankkeen suunnittelutyön toimeksianto, joka velvoittaa suunnittelijaa tekemään omiin nimiinsä erilliset sopimukset alikonsulttien kanssa (Kinni 1989, s. 3). Kuten alaluvussa 2.5 on mainittu, tässä tutkimuksessa sovelletaan tapausta, jossa käytetään jaetun suunnittelun mallia. Jaetun suunnittelun malli on havainnollistettu kuvassa 2.13.



Kuva 2.13. Jaetun suunnittelun malli suunnittelutarjouspyyntövaiheessa suunnittelutyön sopimustekniseksi jakamiseksi eri suunnittelualojen kesken

Kuvan 2.13 mukaisessa hankkeessa suunnittelutyö pilkotaan osiin rakennuttajakonsultin toimesta ja tarjouspyynnöt lähetetään jokaiselle suunnittelualalle erikseen. Käytettiin mitä suunnittelumallia tahansa, on pääsuunnittelijan nimeäminen sekä hänen vastuidensa määrittely tarjouspyynnössä tärkeää (Kinni 1989, s. 3).

Tietomallintamalla toteutettavan rakennushankkeen suunnittelutarjouspyynnön laadinnassa on otettava huomioon perinteiseen suunnitteluun verrattuna myös muita asioita. Alaluvussa 2.3.6 esitelty hankkeen tietomalliohje tulee käydä läpi tarjouspyynnön laatimisen yhteydessä ja tarjouspyyntöön tulee kirjata kaikki tietomalleihin liittyvät vaatimukset sekä malleista haluttavat piirustukset, tulosteet ja asiakirjat (RT 10-10992 2010, s. 8). Niskakankaan (2014, s. 37) mukaan hankkeen tietomalliohje lisätään suunnittelutarjouspyyntöjen liitteeksi.

Suunnittelutyön toteutus tietomallinnusta käyttäen edellyttää tietomallikoordinaattorin tehtävien erittelyä, sillä ne eivät automaattisesti sisälly esimerkiksi arkkitehdin tai pääsuunnittelijan tehtäväluetteloihin (RT 10-11108 2013; RT 10-11109 2013). Täten tarjouspyynnössä on myös mainittava, pyydetäänkö suunnittelualaa tarjoamaan lisäksi tietomallikoordinointiin liittyviä tehtäviä vai tapahtuuko tietomallikoordinaattoripalveluiden toimitus jonkin muun osapuolen toimesta.

2.6.2 Suunnittelutarjouspyyntöjen lähettäminen ja suunnittelutarjousten käsittely

Rakennuttajakonsultin on varmistettava, että hankkeen suunnittelijoiksi valitaan ammatillisesti pätevät, riittävät kelpoisuusvaatimukset täyttävät sekä asiantuntevat suunnittelijat (L 5.2.1999/132, §119). Sekä yrityksen että yksittäisten suunnittelijoiden kelpoisuus on varmistettava (RT 10-11107 2013, s. 9-10) ennen suunnittelutarjouspyyntöjen lähettämistä.

Suunnittelutarjous tulee tarjouksenantajaa sitovaksi silloin kun tarjouksen saaja on lukenut tarjouksen, eli oikeudellisin termein ”ottanut tarjouksesta selon”. Tarjouksen-saaja voi muodostaa suunnittelutarjouksen tekijää sitovan sopimuksen ilmoittamalla yksipuolisesti hyväksyvänsä vastaanotetun tarjouksen. Tarjouspyyntöön on voitu kuitenkin määritellä tätä sitovuutta koskevia ehtoja (Laurila 1989a, s. 6).

Suunnittelutarjouspyynnön käsittelyä varten on arvioitava tarjouksen jättäneen yrityksen sekä yksittäisten suunnittelijoiden ominaisuuksia. Punnittavia ominaisuuksia ovat koko suunnitteluyrityksen osaaminen, käytetyt työmenetelmät sekä aikaisempi kokemus tietomallintamisesta. Hankkeeseen tarjottujen suunnittelijoiden tietomallintamista koskeva koulutus, ammattitaito ja asiantuntemus on arvioitava (Kankainen & Junnonen 2001, s. 34). Chien et al. (2014, s. 11-13) mukaan pätevien ja kokeneiden henkilöiden puuttuminen tietomallinnettavasta projektista aiheuttaa vaikutukseltaan suurimmat riskit projektille ajallisesti, kustannuksellisesti ja suorituskyvyllisesti. Kyvyiltään ja osaamistaidoiltaan pätevän henkilöstön saamisen voi varmistaa määrittelemällä rakennusprojektin alkuvaiheissa suunnittelijoilta vaadittavat taidot ja arvioimalla tarjouksessa esitellyn suunnitteluhenkilöstön taitoja ja osaamista. Myös hankkeen hen-

kilöstön roolien ja vastuualueiden merkitseminen matriisitaulukkoon auttaa potentiaalisten ongelma-alueiden ja hankkeesta puuttuvan osaamisen havaitsemisessa.

Alaluvussa 2.3.7 esiteltyt tietomalliohjelmien sisältämät tietomallintamisen määritellyt asettavat osaamisvaatimuksia eri suunnittelualojen suunnittelijoille. Tietomalliohjelmat ovat monimutkaisia, eikä ole tarpeen odottaa jokaisen suunnittelijan hallitsevan ohjelmaa siten, että sillä kyettäisiin tuottamaan kaikki ohjelmistotuottajan lupaamat toiminnot. Projekteissa, joissa aikataulu on kireä, ei kannata kokeilla suunnitelmien teettämistä sellaisilla suunnittelijoilla, jotka käyttävät heille ennestään tuntematonta tai vähän tunnettua tietomalliohjelmaa (Kymmell 2008). Chien et al. (2014, s. 11-13) suosittelee, ettei tietomallinnettavaa projektia toteuteta ilman suunnittelijoita, joilla on tarvittava osaaminen tietomallinnettavaa projektia varten.

Tarjouspyynnön jättäneen suunnitteluyritysten toimituskyky sekä käytettävissä olevat henkilöresurssit on otettava huomioon, samoin kuin yrityksen kyky noudattaa hankkeen aikataulutavoitteita (Kankainen & Junnonen 2001, s. 34). Yrityksen resurssit on huomioitava etenkin ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheissa, sillä Eastman et al. (2008, s. 198) mukaan nämä vaiheet vievät tietomallintamalla toteutetussa hankkeessa enemmän aikaa verrattuna perinteiseen 2D-pohjaiseen suunnitteluun. Resurssien saatavuus näissä suunnitteluvaiheissa on tärkeää, sillä niissä pystytään vaikuttamaan eniten suunnittelun tuloksiin ja koko rakennushankkeen kustannuksiin (Eastman et al. 2008, s. 198; Penttilä et al. 2006b, s. 29). Koska tarjousten vertailussa otetaan huomioon myös suunnittelijoiden tuntiarvot kunkin suunnitteluvaiheen kestosta, on suunnittelutarjouksia vertaillen huomioitava suunnittelijoiden ajankäyttöresursointi hankkeen alkuvaiheissa (VT 07.111 2014). Resurssivaraukset huomioiden saadaan myös arvioitua tarjouksessa esitetyt suunnittelukustannukset (Kankainen & Junnonen 2001, s. 34).

Vastaavasti on arvioitava jokaisen tarjouksessa ehdotetun suunnittelijan soveltuminen rakennushankkeen muiden osapuolten tarpeisiin sekä suunnittelijoiden yhteistyökyky toimia hankkeen muiden osapuolien kanssa (Kankainen & Junnonen 2001, s. 34). Suunnittelijoiden tulee kyetä toimimaan yhteistyössä etenkin urakoitsijoiden ja tuotevalmistajien kanssa, sillä hankkeen suunnittelutyön onnistuminen edellyttää varsinaisen rakennusprosessin ja rakennusjärjestyksen huomioimista suunnittelun aikana (Eastman et al. 2008, s. 237).

2.6.3 Suunnittelusopimuksen sisältö

Onnistuneen suunnittelusopimuksen ja sopimussuhteen edellytyksenä on, että suunniteltavat on määritelty mahdollisimman selkeästi. Suunnitelmien tilaajan ja suunnittelijan on ymmärrettävä rakennushankkeen suunnittelulle asetetut tehtävät samansisältöisenä ilman tulkinnanvaraa (Kankainen & Junnonen 2001, s. 36).

Tietomallintaminen on rakennusalalla vielä kohtuullisen uusi innovaatio, joten se tuo mukanaan paljon uutta sanastoa rakennusalan ammattilaisille. Mikäli sopimus-kumppaneilla on sama käsitys sopimuksessa käytetyistä ammatillisista termeistä, on tätä yhteistä käsitystä noudatettava sopimuksen tulkinnessa, vaikka nuo sanat tarkoittaisivatkin tai voitaisiin ymmärtää yleisessä kielenkäytössä toisin. Jos toinen sopimus-kump-

pani on käyttänyt jotakin termiä esimerkiksi sopimuspohjassaan virheellisesti, on tästä johtuva erehdys tämän sopimuskumppanin vastuulla (Laurila 1989b, s. 9). On tärkeää määritellä sopimuksessa esiintyvät vielä täysin vakiintumattomat tai harvaksen käytetyt sanat sekä niiden sisältö, jotta kummatkin sopimuskumppanit ymmärtävät varmasti oikein mistä suunnittelutoimeksiannossa on kyse.

Chien et al. (2014) mukaan tietomallinnettavaan projektiin liittyy usein erilaisia riskejä. Suunnittelijoiden mielestä tietomallinnuksen normien ja standardien puuttuminen saattaisi lisätä projektin riskiä heidän kannaltaan. Selkeät sopimuskohdat ja sopimukseen määritellyt pykälät mahdollisten aikatauluviivästysten sekä lisäkustannusten varalta pienentävät näitä riskejä (Chien et al. 2014). Suunnittelusopimuksista ja niiden tulokinnasta löytyy lisätietoa Rakennustieto Oy:n julkaisemasta teoksesta Rakennussopimukset (Liuskala & Stoor 2014).

Suunnittelusopimukseen on kirjattava vähintään suoritettavat suunnittelutehtävät, suunnittelutehtävien suoritusaika sekä suunnittelutehtävien suoritushinta (Kankainen & Junnonen 2001, s. 36). Suunnittelusopimukseen on lisäksi aina liitettävä alalla noudatettavat yleiset sopimusehdot, kuten esimerkiksi KSE 2013, koska muuten sopimus voi jäädä puutteelliseksi (Liuskala & Stoor 2014).

Koska tietomallinnushankkeissa suunnittelijat voivat luoda mallinsa toisten suunnittelijoiden tietomallien pohjalta (Valjus et al. 2007, s. 22), on suunnitteluaineiston oikeudet huomioitava. KSE 2013 –ehtojen (RT 13-11143 2014, s. 6) kohdan 6.2.1 mukaan tilaaja ei saa luovuttaa suunnittelijan tuottamaa aineistoa kolmannen osapuolen käyttöön ilman, että asiasta on erikseen sovittu. Mikäli esimerkiksi RAK-suunnittelija haluaa hyödyntää ARK-suunnittelijan tietomallia omien suunnitelmiensa pohjana, on tilaajan sovittava ARK-suunnittelijan kanssa aineiston luovuttamisesta RAK-suunnittelijalle erikseen. Tämä pätee etenkin jaetun suunnittelun mallissa, jossa tilaaja tekee sopimukset jokaisen suunnittelualan kanssa erikseen.

RT:n konsulttisopimuspohjassa RT 80343 (2014) kohdassa 5 määritellään tietomalliin liittyvät asiat, mikäli suunnittelija ja tilaaja eivät ole tehneet erillistä sopimusta tietomallin käyttöön ja luovutukseen liittyvistä asioista. Tällöin suunnittelusopimukseen määritellään muun muassa tietomallin luovutusmuoto, mallin luovutusoikeus kolmansille osapuolille eli muille suunnittelijoille, tietomallin käyttöoikeudet sekä suunnittelijan vastuu tietomallin luovutuksen jälkeisestä käytöstä (RT 80343 2014).

RT 80343 (2014) kohdan 5 mukaan tilaaja voi erikseen sovittaessa luovuttaa suunnittelijan tuottamaa aineistoa kolmannelle osapuolelle suunnittelijan toimeksiannon suorittamisen jälkeen. Tällä voidaan tarkoittaa esimerkiksi tietomallista tuotettujen kuvien käyttöä kohteen markkinoinnissa.

Salosen (2001, s. 17) mukaan sopimukseen voidaan tehdä lisäys suunnittelijoiden yhteistyövelvoitteesta. KSE 2013-ehtojen (RT 13-11143 2014) kohdan 3.1.2 mukaan sopimusta sitovan suunnittelijan tulee toimia yhteistyössä erikseen sovittujen tahojen kanssa. Nämä tahot on hyvä määritellä suunnittelusopimuksessa etenkin kun käytetään jaetun suunnittelun mallia, jossa suunnittelijoiden välillä ei ole keskinäisiä alistussopimuksia. Yhteistyövelvoite on rakennuttajakonsultin näkökulmasta tärkeää, sillä alalu-

vun 2.5 ja kuvan 2.12 mukaan jaetun suunnittelun mallissa suunnittelua ohjaava rakennuttajakonsultti ja suunnitteluryhmää koordinoiva pääsuunnittelija eivät ole keskinäisessä sopimussuhteessa toistensa kanssa.

Pääsuunnittelijan koordinoitivastuu jaetun suunnittelun mallissa on tärkeä alistus-sopimuksien puuttuessa. Koska onnistunut rakennussuunnittelu edellyttää eri suunnittelualojen yhteistyötä ja sen koordinoivia, on pääsuunnittelijana toimivan suunnittelualan sopimukseen syytä kirjata suunnittelutyön koordinoitivastuu sekä se, miten koordinointi käytännössä toteutetaan (Kinni 1989, s. 3).

Suunnittelusopimukseen on kirjattava lisäksi tietomallinnustyyliä esitettävät vaatimukset. Myös tietomalliohjeet lisätään osaksi suunnittelusopimusta (RT 10-10992 2010, s. 8). Alaluvussa 2.6.1 mainitusti nämä materiaalit lähetetään suunnitteluehdokkaille jo tarjouspyyntöjen yhteydessä.

2.6.4 Suunnittelusopimusten laatiminen ja solmiminen

Rakennushankkeen valittu toteutusmuoto määrittää sen, kuka toimii hankkeen suunnitelmien tilaajana: rakennuttajakonsultti, tilaaja vai urakoitsija (Kankainen & Junnonen 2001, s. 33). Suunnitelmat teettänyt rakennuttava osapuoli vastaa urakoitsijalle luovut-tamastaan suunnitteluaineistosta (Liuskala & Stoor 2014, s. 59). Vaikka suunnittelusopimukset tehtäisiinkin tilaajan nimiin, voi rakennuttajakonsultti silti olla suunnitelmat teettänyt taho. Rakennuttajakonsultti tulee määrittellä tilaajan kanssa tekemässään konsulttisopimuksessa, kuuluuko vastuu suunnitteluaineiston teettämisestä konsultille vai hankkeen tilaajalle.

Suunnittelusopimuksen tarkoitus on sitouttaa suunnittelija suunnittelutyöhönsä kaikella ammattitaidollaan. Toisin kuin esimerkiksi urakkasopimuksissa, suunnittelusopimusta solmittaessa ei sopimuksen tekijöillä ole vielä selkeää hahmotelmaa projektin lopputuloksesta. Suunnittelijalle on annettu vain lähtötietoja, joten suunniteltavan rakennuksen lopullista muotoa ja yksityiskohtia on mahdoton tietää (Laurila 1989a, s. 4).

Tilaajan/rakennuttajan tulee sopimusta solmiessaan huomioida, että tietomallintamisen käyttö ei välttämättä tuota toivottuja säästöjä. Rakennuttajakonsultti on velvollinen varmistamaan sen, että tilaaja/rakennuttaja on tietoinen tästä (Kymmell 2008).

2.7 Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto

Rakennuttajakonsultin näkökulma ja konsultin tehtävät tietomallinnetussa rakennushankkeessa toimivat tämän tutkimuksen ”punaisena lankana”. Rakennuttajakonsultin tehtäväkenttään kuuluu rakennussuunnitteluvaiheessa muun muassa tilaajan etujen ajaminen, suunnittelun ohjaus, kustannusten seuraaminen, muu rakennusprojektin koordinointi hänen valtuuksiensa puitteissa. Mikäli nämä tehtävät voidaan integroida tietomallinnuksen prosesseihin tai tietomalliohjelmien käyttöön, rakennuttajakonsultti voi hyödyntää tietomallintamista omien työtehtäviensä suorittamisessa.

Suunnittelijoiden tehtäviin kuuluvat rakennussuunnitteluvaiheen aikana erilaiset suunnittelutehtävät suunnittelualasta riippuen. Pääsuunnittelija / tietomallikoordinaattori

vastaa suunnittelutehtävien organisoinnista suunnitteluryhmän sisällä. Suunnittelijat tuottavat rakennushankkeen suunnitelma-aineiston tietomalliohjelmilla suunnittelutehtävänannon mukaisesti ja määriteltäviä prosesseja noudattaen. Diplomityön tavoitteena on määritellä tietomallinnettavalle suunnittelutyölle vaatimuksia ja ohjeita rakennuttajakonsultin näkökulmasta. Suunnittelijoiden tehtävät muodostavat siten tutkimuksen kannalta vastinparin rakennuttajakonsultin tehtäville – voidaanko suunnittelijoiden tehtävät suorittaa siten, että niiden tulokset tuottavat mahdollisimman paljon hyötyä rakennushankkeelle ja tilaajalle rakennuttajakonsultin näkökulmasta. Tietomalliohjeita käytetään siis suunnittelijoiden työn ohjaamiseen.

Tietomalliohjelmien toimintaperiaatteet muodostavat tälle tutkimukselle tietotekniset mahdollisuudet sekä rajoitteet. Jotta tietomallintamista voidaan hyödyntää ja jotta hankkeen tietomallintamiselle voidaan asettaa vaatimuksia, tulee tietomallien toimintaperiaate ymmärtää. Tietomallien toimintaperiaatteet rakennushankkeessa muodostavat raamit suunnittelijoiden tehtävien suorittamiselle.

Tietomallipohjaiseen suunnitteluun liittyvät prosessit sekä tietomalliohjelmien toimintaominaisuudet itsessään tarjoavat paljon mahdollisuuksia niiden soveltamiselle rakennushankkeissa. Rakennuttajakonsultti voi hyödyntää tietomallinnusta hankkeessa joko ohjelmien avulla tai mallinnuksen prosesseihin liittyen. Rakennuttajakonsultti pysyy tarkastelemaan hyötyjä sekä omien työtehtäviensä suorittamisessa saavutettavien hyötyjen avulla että asiakkaansa, eli tilaajan, saavuttamien hyötyjen avulla. Hyödyntämismahdollisuudet kertovat miksi tietomallintamista kannattaa käyttää. Tietomallintamisen hyödyntämismahdollisuudet antavat motivaation tietynlaisten hyviksi havaittujen prosessien ja ohjeiden noudattamiselle.

Rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden välisen työskentelyprosessin kuvaamisen tarkoitus on havainnollistaa suunnittelijoiden ja konsultin välistä rajapintaa tietomallinnusta käytävässä hankkeessa. Kirjallisuuskatsauksessa kuvataan niitä osaprosesseja, joita tietomallintamalla toteutettu rakennussuunnitteluvaihe sisältää. Osaprosessit ovat niitä menetelmiä, joilla tietomalliohjeita käytetään. Osaprosessit voivat olla myös niitä menettelytapoja, joita käyttämällä voidaan realisoida tietomallinnuksesta saavutettavat hyödyt. Kuvaamalla kokonaisprosessit kustakin suunnitteluvaiheesta hahmotetaan eri vaiheiden eteneminen sekä kunkin hankkeen osapuolen rooli. Kokonaisprosessit ja osaprosessit luovat tietomalliohjeille raamit noudatettavien prosessien puolesta. On huomattava, että tietomallinnukseen liittyvät prosessit luovat vaatimuksia myös konsultin työlle.

Suunnittelutarjouspyyntöjen ja suunnittelusopimusten sisältö kuvaa niitä sääntöjä, joilla tietomalliohjeet voidaan liittää sopimusteknisesti rakennushankkeeseen. Kirjallisuuskatsaus pyrkii muodostamaan pohjan sille, miten tämän tutkimuksen tulokset, tietomalliohjeet, saadaan otettua käyttöön. Ohjeiden voimaansaattamiseksi ne tulee liittää osaksi osapuolten välisiä sopimuksia ja tässä tapauksessa luonnollisin sopimus on suunnittelijoiden sekä tilaajan välinen suunnittelusopimus. Suunnittelutarjouspyynnöt ja -sopimukset luovat tietomalliohjeiden soveltamiselle sopimustekniset raamit sekä ne säännöt, joiden avulla ohjeet esitetään suunnittelijoille.

3 EMPIIRISEN TIEDON KERÄÄMINEN HAASTATTELUIJEN AVULLA

3.1 Tutkimusmenetelmän valinta

Wise Groupin toiveena oli kartoittaa tietomallintamiseen liittyviä hyötyjä ja todellisia kokemuksia osana tutkimusta, joten tutkimustyyppiä valittiin kvalitatiivinen tutkimus. Tutkimusmenetelmän valintakriteerinä oli tutkimuksen tavoitteiden täyttäminen mahdollisimman hyvin. Tutkimuksen tavoitteisiin pääseminen vaati monipuolisia kokemuksia ja näkökulmia sekä tekstimuotoista aineistoa, joten tutkimusmenetelmäksi valittiin haastattelut. Haastattelut järjestettiin, jotta tutkimuksen empiirinen aineisto saataisiin kerättyä rakennusalan asiantuntijoilta ja ammattilaisilta.

Kvalitatiiviseen menetelmään (haastattelut) päädyttiin, koska tutkimuksessa keskitytään rakennusallalla kohtalaisen uuden teknologian soveltamisen kautta saatuihin kokemuksiin. Kvalitatiivisten haastatteluiden kautta saatuja avoimia vastauksia ja kokemusperäistä tietoa käytetään tässä tutkimuksessa empiirisen aineiston keräämiseen.

3.2 Kvalitatiivinen tutkimus ja haastattelut tutkimusmenetelmänä

3.2.1 Kvalitatiivinen tutkimus

Kvalitatiivinen tutkimus perustuu hermeneuttiseen tiedekäsitykseen, jonka tavoitteena on kuvata (Tuomivaara 2005, s. 29-34) ja ymmärtää tutkimuksen kohdetta (Hirsjärvi et al. 2007, s. 160-177). Kvalitatiivinen tutkimus tuottaa tutkittavasta kohteesta tietoa verballisessa muodossa (Tuomivaara 2005, s. 29-34). Kvalitatiivisen tutkimuksen lähtökohtana on jonkin todellisen ilmiön kuvaaminen laadun näkökulmasta. Kuvaamisella pyritään ennemmin löytämään uusia tosiasioita kuin todistamaan olemassa olevia väitteitä totuudeksi. Täten kvalitatiivinen tutkimus pyrkii kattamaan tutkittavan ilmiön kokonaisvaltaisesti (Hirsjärvi et al. 2007, s. 157).

Kvalitatiivinen tutkimus käyttää käsitteinään lähinnä luokittelu- ja vertailuasteikoita eikä siten sovelta tarkkoja tilastomatemattisia menetelmiä. Siitä huolimatta se käyttää logiikkaa todistamiseen yhtä lailla kuin kvantitatiivinen tutkimuskin (Tuomivaara 2005, s. 29-34). Tutkimuksen kvalitatiivisuus ei mukaan estä tilastollisten menetelmien käyttöä mikäli aineistoa on riittävästi. Myös muita matemaattisia menetelmiä, esimerkiksi logiikkaa, voidaan soveltaa tietyissä rajoissa (Tuomivaaran 2005, s. 32).

Kvalitatiivisen tutkimuksen aineistosta ei tule tehdä laajasti yleistäviä päätelmiä. Kuitenkin yksittäisiä tapauksia tutkittaessa voidaan havaita kokonaisilmiössä usein toistuvat sekä merkittävät asiat (Hirsjärvi et al. 2007, s. 177).

3.2.2 Haastattelut

Haastattelutyypiset tutkimukset kuuluvat tieto-opillisesti empirismiin. Haastatteluista saatava tieto pohjautuu haastateltavien kokemuksiin. Kurkelan (2014) mukaan haastattelututkimus ei tutki varsinaisesti todellisuutta, vaan haastatteluun vastanneiden kokemusta todellisuudesta.

Haastattelujen luonteeseen kuuluu, että haastateltavien kokemuksellisten havaintojen kautta kootun tiedon tulee olla hyvin perusteltua. Haastattelututkimuksessa haastattelujen tekijä vastaa tästä haastattelujen perusteella kokoamastaan tiedosta, jonka hän välittää lukijalle (Kurkela 2014).

Haastattelututkimuksen suorittamista varten tarvitaan teoreettisia käsitteitä luomaan taustatietoa tutkimuksen pohjaksi. Lisäksi tarvitaan teoreettisten käsitteiden empiirisiä vastineita. Teoreettisesta ulottuvuudesta on aina löydettävissä empiirinen käsitteen vastinpari, samoin empiirisestä ulottuvuudesta on löydettävissä teoreettisen käsitteen vastine (Kurkela 2014).

Haastattelututkimuksen tieteenfilosofiaan kuuluu, että empiiristen käsitteiden tehtävänä on toimia teoreettisten käsitteiden kokemuseräisenä tulkintana. Lisäksi siihen kuuluu oletus siitä, että sanat sekä lauseet saavat saman merkityksen niiden tulkitsijasta riippumatta. Kurkelan (2014) mukaan tämä ei kuitenkaan pidä täysin paikkaansa ja sanojen tulkinnanvaraisuus aiheuttaa haasteita haastattelukysymysten laitimiselle.

Kurkelan (2014) mukaan haastattelut voidaan toteuttaa puhelin- tai ryhmähaastatteluna, postikyselynä tai kasvotusten. Tutkimuksen kannalta parhaiten soveltuvaksi menetelmäksi valittiin kasvokkain suoritettava haastattelu.

Haastattelu voi olla strukturoitu, jolloin kysymysten sekä vastausten vapausaste on pieni sekä haastattelujen tieto tallentuu numeerisessa muodossa. Strukturoitu haastattelu edellyttää etukäteen annettuja vastausvaihtoehtoja, joista saatavaa tietoa on helppo analysoida. Strukturoitu haastattelu ei kuitenkaan voi löytää mitään uutta, sillä vastausvaihtoehtot ovat etukäteen lukittu (Kurkela 2014).

Puolistrukturoitu haastattelu on haastattelu, joka sisältää numeraalisten vastausvaihtoehtojen lisäksi myös avoimia rivejä, jotka koodataan myöhemmin numeeriseen muotoon analyysia varten. Sen etuna on mahdollisuus nostaa esiin sellaisia asioita, joita tutkimuslomakkeen suunnittelun aikana ei osattu ajatella eikä siten koodata vastausvaihtoehtoiksi (Kurkela 2014).

Teemahaastattelun haastattelijä kirjaa vastaajan empiirisistä kokemuksista kerätyn tiedon. Teemahaastattelua viedään eteenpäin etukäteen suunnitellulla keskustelulla, joka käsittelee tutkimusongelmaa (Kurkela 2014). Teemahaastattelun teema-alueet eli haastattelun aihepiirit on päätetty ennen haastattelun aloitusta, mutta kysymysten tarkempi muoto voi vielä muuttua (Hirsjärvi et al. 2007, s. 203). Teemahaastattelun hankaluus piilee siinä, että täysin avoimia haastatteluaineistoja on hankala vertailla keskenään ja

aineistosta on vaikeaa tehdä päätelmiä sen ollessa vain tekstimassaa (Kurkela 2014). Teemahaastattelu sopii etenkin kvalitatiivisen tutkimukseen. Teemahaastattelun avulla kerätystä aineistosta voidaan silti laskea myös frekvenssejä, joten sitä voidaan myös tulkita numeraalisesti (Hirsjärvi et al. 2007, s. 203).

Kaikista vapain haastattelun muoto on avoin haastattelu, jota kutsutaan myös syvähaastatteluksi. Avoimessa haastattelussa haastattelija tiedustelee haastateltavan henkilön tuntemuksia, käsityksiä, mielipiteitä ja suhtautumisia. Avoimessa haastattelussa aihe voi muuttua keskustelun aikana eikä haastattelussa välttämättä ole ollenkaan kiinteää haastattelurunkoa (Hirsjärvi et al. 2007, s. 204).

3.2.3 Haastattelukysymykset

Haastattelulomakkeiden kysymykset tulee laatia siten, että ne tukevat tutkimusongelman ratkaisua. Kysymysten vastauksilla etsitään vastineparit teoreettisten käsitteiden empiirisille vastineille. Jokaisen kysymyksen tarkoitus tulee olla tarkoin mietitty. Kysymyksillä tulee olla tutkimustyön kannalta selkeä tarkoitus kolmesta näkökulmasta: mitä asiaa kysymyksellä halutaan tutkia, mitä kyseenomaisella kysymyksellä aiotaan mitata ja mihin kysymyksen vastausta tarvitaan. Kysymyksiä tulee ajatella myös vastaajan näkökulmasta. Sekä vastaajan että haastattelijan tulee voida tulkita kysymys samalla tavalla. Vastaajan on kyettävä vastaamaan kysymykseen sekä oltava halukas vastaamaan siihen, muutoin kysymys on turha (Kurkela 2014).

Kysymykset tulee muotoilla siten, että niiden taustalle on määriteltä vastauksista haluttu tieto. Tämän jälkeen määritellään avaintermit, joita kysymyksessä käytetään. Hyvän kysymys on lyhyt ja ytimekäs sekä kieliopillisesti ja lauserakenteellisesti selkeä. Se ei sisällä liikaa vaikeita sanoja eikä liikaa määrittelyitä. Vastaajan pitää myös ymmärtää ja käsittää kysymyspatterin rakenne. Siksi kysymysten ja koko haastattelulomakkeen tulee edetä loogisesti (Kurkela 2014).

Kysymyksen rakenne tulee optimoida siten, että kysymyksessä kysytään vain yhtä asiaa. Mikäli kyseessä on strukturoitu tai puolistrukturoitu kysymys, tulee vastausvaihtoehtojen kattaa koko kysymyksen alue, samoin kuin eri vastausvaihtoehtojen tulee olla toisensa poissulkevia. Monivalintakysymyksissä tulee lisäksi miettiä, onko vastaajalla vaihtoehtona valita vain yksi vastauksista vai useampia sekä mahdollinen painokerroin näiden välille (Kurkela 2014).

Kurkelan (2014) mukaan haastateltavien taustat tulee myös selvittää. Näin saadaan selvitettyä tutkimustulosten taustalla oleviin käsitteisiin liittyvät peruskysymykset (Kurkela 2014).

Haastattelusta saatava aineisto on aina sekä asiayhteys- että tilannesidonnaista. Näin ollen haastateltavien vastaukset saattavat poiketa siitä miten he saattaisivat puhua jossakin toisessa tilanteessa. Tuloksia tulkittaessa on otettava huomioon, että niiden yleistämistä ei pidä liioitella (Hirsjärvi et al. 2007, s. 202).

3.2.4 Haastattelujoukon valinta kvalitatiivisessa tutkimuksessa

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa kartoitetaan se toimintakenttä, jota tutkimus käsittelee. Tutkimuksen aineisto kerätään tämän jälkeen tästä kentästä. Haastateltava kohdejoukko tulee valita tarkoituksenmukaisesti (Hirsjärvi et al. 2007, s. 160-177).

Usein kvalitatiivista tutkimusta varten aineistoa kerätessä käytetään aineiston saturaatioon viittaavaa käsitettä. Tällä tarkoitetaan sitä, että aineiston otoskokoa ei päätetä etukäteen, vaan tapauksia tutkitaan niin kauan kunnes haastattelut eivät enää tuo tutkimusongelmasta uutta tietoa. Tämän määrittelyn mukaan aineiston määrä on riittävä, kun haastattelut alkavat tuottamaan samaa tietoa. Saturaation käyttöön otoskoon päättämisessä liittyy ongelmia. Tutkijan kyky löytää uutta tietoa aineistosta vaihtelee tutkijan kokemuksen ja osaamisen mukaan. Vastaavasti myös kvalitatiiviseen tutkimukseen liitetään usein piirre, jonka mukaan jokainen haastattelutapaus on ainutlaatuinen. Tarkkaa saturaation pistettä on hyvin hankala määrittää (Hirsjärvi et al. 2007, s. 176-177).

3.2.5 Haastattelukysymysten testaus

Haastattelututkimuksissa voi syntyä virheitä haastateltavan henkilön tulkitessa kokemuksiaan todellisuudesta haastateltavalle verbaalisin keinoin. Haastattelututkimuksella kerätty tieto on aina jossain määrin epätäydellistä tai epävarmaa (Kurkela 2014).

Kurkelan (2014) mukaan haastattelukysymysten laatiminen on vaativaa niissä esiintyvien sanojen tulkinnanvaraisuuden vuoksi. Virheitä tai sanojen kaksinaismerkityksiä voidaan paljastaa käännoestillä, jossa ulkopuolinen ammattitaitoinen taho kääntäisi kysymykset toiselle kielelle ja tämän jälkeen tutkija kääntäisi itse kysymykset takaisin suomeksi. Tämä vaatii kuitenkin paljon ajallisia resursseja.

3.3 Haastattelujen suoritus tässä tutkimuksessa

Tässä tutkimuksessa haastattelutyypiksi valittiin kasvotusten suoritettava suullinen teemahaastattelu. Syinä tähän olivat kvalitatiiviseen tutkimusmenetelmän tarjoama mahdollisuus löytää uusia asioita sekä teemahaastattelun haastatteluaineiston hallittavuus täysin vapaaseen avoimen haastattelun aineistoon verrattuna.

3.3.1 Haastateltavien valinta

Vaikka tutkimus suoritettiin rakennuttajakonsultin näkökulmasta, oli alusta alkaen selvää, että vain konsulttien haastattelu voisi vääristää lopputuloksena saatavien tietomalliohjeiden todenmukaisuutta ja soveltuvuutta todellisiin rakennushankkeisiin. Tästä syystä tutkimuksen otokseen valittiin kolme haastatteluryhmää.

Ensimmäinen ryhmä (ryhmä A) käsitti rakennuttajakonsultit Wise Groupin palveluksessa sekä Wise Groupin ulkopuolelta. Toinen ryhmä (ryhmä B) käsitti tietomallinusta tekevät suunnittelijat Wise Groupin palveluksessa sekä Wise Groupin ulkopuolelta. Ryhmä B jaettiin edelleen viiteen alaryhmään suunnittelualojen sekä tietomallikoordinoinnin tehtäväkentän perusteella (ARK, RAK, LVI, sähkö ja TMK). Koska haastatte-

lija arvioi etukäteen eri suunnittelualojen näkemyksien olevan erilaisia, haastateltavia pyrittiin valitsemaan yhtä suuri lukumäärä kultakin suunnittelualalta. Kolmas ryhmä (ryhmä C) käsitti rakennushankkeiden tilaajat sekä ammattirakennuttajat.

Haastatteluryhmäjaon jälkeen arvioitiin kvalitatiivisen tutkimuksen otoskoon ongelmaa. Oli selvää, ettei kaikkia ryhmien jäseniä voitu haastatella. Ryhmistä karsittiin ensin ne, kenellä ei ollut lainkaan kokemusta tietomallinnuksesta. Koska tutkimuksen suoritus aika oli ajallisista syistä rajallinen, ennen haastattelujen suorittamista ei ollut mahdollista päättää haastatteluaineiston keräämisestä saturaatiopisteeseen asti. Ennen haastattelujen aloittamista arvioitiin, että vähimmäismäärä kustakin haastatteluryhmästä A, B ja C olisi viisi haastateltavaa. Poikkeuksena oli ryhmä B, joka koostui useammasta eri suunnittelualasta. Etukäteen päätettiin, että ryhmästä B tulisi haastatella ainakin 2-3 henkilöä per suunnitteluala.

Haastateltavia henkilöitä sekä tahoja kartoitettiin yhdessä Wise Groupin diplomi-työn ohjaajan kanssa ennen haastattelujen aloitusta. Haastatteluohjeita koottiin lista. Lista kerättiin myös ylimääräisiä nimiä siltä varalta, että osa haastattelupyynnön saaneista henkilöistä kieltäytyisi haastattelusta.

Ryhmän A haastatteluohjeita valittiin Wise Groupin palveluksesta sekä ulkopuolisista yrityksistä. Wise Groupin palveluksessa toimivat rakennuttajakonsultit valittiin sen perusteella, kuinka paljon heillä oli tietomallintamiseen liittyvää kokemusta. Muista rakennuttajakonsulttipalveluita tuottavista yrityksistä haastateltavat henkilöt valittiin sillä perusteella, että heillä oli kokemusta tietomallinnusta hyödyntävistä hankkeista.

Ryhmän B haastatteluohjeita valittiin myös Wise Groupin palveluksesta sekä ulkopuolisista yrityksistä. Wise Groupin palveluksessa toimivat suunnittelijat valittiin sekä RAK- että TATE-puolelta sillä kriteerillä, kenellä oli eniten kokemusta tietomallinnushankkeista. Koska Wise Groupissa ei ollut arkkitehtisuunnitteluun keskittyntä toimialaa, ARK-suunnittelijoita ei valittu yrityksen sisältä. Haastatteluohjeita pyrittiin valitsemaan tasaisesti kustakin kolmesta suunnittelualasta.

Ryhmän C haastatteluohjeita olivat kaikki Wise Groupin ulkopuolisia henkilöitä. Nämä tilaajat tai ammattirakennuttajat olivat joko Wise Groupin ”vakioasiakkaita” tai sitten sellaisia tahoja, jotka eivät olleet aikaisemmin käyttäneet Wise Groupin rakennuttamistoimialaa rakennushankkeidensa toteuttamiseen. Vakioasiakkailta tarkoitetaan tässä sellaisia tahoja, jotka käyttivät Wise Groupia usein rakennusprojektinsa johtajina. Yhteistä ryhmän C jäsenille oli se, että heillä oli kokemusta tietomallintamisesta rakennushankkeidensa toteutuksessa.

Kaikkiin haastatteluohjeisiin otettiin ensin yhteyttä joko puhelimitse tai henkilökohtaisesti. Jokaiselle haastatteluohjeelle, joka alustavasti oli suostuva haastatteluun, lähetettiin haastattelupyyntökirje (Liite 1: Haastattelupyyntö) sekä sähköpostilla että postitse. Kun haastattelu aika oli saatu sovittua, haastateltavalle lähetettiin haastattelukysymykset sekä haastatteluohjeet sen mukaan mihin haastatteluryhmään hän kuului. Haastatteluohjeet (Liite 2: Haastatteluohjeet) olivat kaikille haastatteluryhmille samat: ainoastaan ohjeissa esiintyvät numerot, jotka ovat kirjattu ohjeisiin koodeilla X ja Y, vaihtelivat, sillä eri haastatteluryhmien kysymyspatterit olivat erilaiset.

Ryhmästä A haastateltiin lopulta 1 henkilö Wise Groupin sisältä sekä 4 henkilöä Wise Groupin ulkopuolelta. Ryhmästä B haastateltiin henkilöitä seuraavalla jakaumalla:

- 2 ARK-suunnittelijaa, joista kukaan ei toiminut Wise Groupin palveluksessa
- 5 RAK-suunnittelijaa, joista 4 toimi Wise Groupin palveluksessa
- 4 LVI-suunnittelijaa, joista kaikki toimivat Wise Groupin palveluksessa
- 3 SÄH-suunnittelijaa, joista 2 toimi Wise Groupin palveluksessa
- 3 tietomalliasiantuntijaa / tietomallikoordinaattoria, joista kukaan ei toiminut Wise Groupin palveluksessa.

Ryhmästä C haastateltiin tutkimusta varten 4 henkilöä. Lopulta tutkimusta varten haastateltiin yhteensä 26 henkilöä. Kaikkien haastateltujen henkilöiden nimet, ammatinimikkeet ja heiden edustamansa yritykset on esitetty diplomityön liitteessä 3 (Liite 3: Haastatellut henkilöt).

3.3.2 Haastattelukysymykset

Jokaisen haastatteluryhmän kysymykset laadittiin etukäteen. Kunkin kysymyksen kohdalla pohdittiin erikseen, sosisiko niihin parhaiten avoin, puoliavoin vai suljettu vastaus. Haastatteluohjeet (Liite 2: Haastatteluohjeet) ja haastattelukysymykset lähetettiin haastateltaville noin viikko ennen haastattelua. Haastatteluryhmäkohtaiset kysymykset on esitetty tämän tutkimuksen liitteissä 4 (Liite 4: Haastattelukysymykset - ryhmä A), 5 (Liite 5: Haastattelukysymykset - ryhmä B) ja 6 (Liite 6: Haastattelukysymykset - ryhmä C). Teemahaastattelun luonteen mukaisesti muutaman haastattelun muutamassa kysymyksessä esiintyi pieniä haastattelukohtaisia poikkeuksia. Kysymysten etukäteen lähettämisen tarkoituksena oli lisätä haastateltavien syventymistä asiaan. Monet haastattelut olivat käyneet koko haastattelukysymykset läpi sekä luonnostelleet vastauksiaan valmiiksi ennen haastattelun alkua. Kaikki haastateltavat eivät kuitenkaan ehtineet tai muistaneet tutustua haastattelukysymyksiin etukäteen, mikä pidensi haastattelun kestoa.

Kaikilta kolmelta ryhmältä selvitettiin asioita, jotka liittyivät kunkin ryhmän näkökulmaan. Jokaiselta ryhmältä pyrittiin selvittämään, oliko heillä kokemuseräistä tietoa tietomallinnettujen hankkeiden mahdollisista ongelmista tai epäkohdista. Mikäli epäkohtia nousi esiin, niihin pyrittiin esittämään ratkaisu tutkimuksen tuloksilla, jos ongelmat ja epäkohdat kohdistuivat tutkimuksen aihealueeseen ja tutkimuksen tavoitteisiin.

Kaikilta ryhmiltä selvitettiin heidän suhtautumistaan siihen, että rakennuttajakonsultti ohjaa suunnittelijoiden tietomallintamista tilaajan ja suunnittelijoiden välisellä sopimuksella sitoen. Jokaiselta kolmelta haastatteluryhmältä kysyttiin myös heidän kokemuksiaan tietomalliohjeista sekä suunnittelusopimuksista.

Ryhmältä A kysyttiin, mitä tietoa rakennuttajakonsultit tarvitsevat suunnitteluprosessin eri vaiheissa sekä mitkä ovat heidän tehtävänsä suunnitteluprosessin aikana. Lisäksi kysyttiin konsulttien valmiutta ja motivaatiota tietomalliohjelmien sekä tietomallinnukseen liittyvien prosessien käyttämiseen.

Ryhmältä B kysyttiin, mitä tietoa he voivat viedä tietomalliin ja mitä tietoa he tarvitsevat rakennuttajakonsultilta suunnitteluprosessin aikana. Samalla selvitettiin ryhmän B edellytykset heidän työnsä tekemiselle. Lisäksi selvitettiin, miten paljon tietomalliin

mallinnettava tieto ja sitä kautta tietomallille esitettävät vaatimukset riippuvat suunnittelijoiden käyttämästä tietomalliohjelmasta, suunnittelijoiden ammattitaidosta tai jostain muusta tekijästä, joka erottaa eri suunnittelutoimistot toisistaan.

Ryhmien A ja B haastattelujen tärkeä aihepiiri oli suunnitteluprosessin tutkiminen. Suunnitteluprosessiin liittyen selvitettiin, mitä tietoa osapuolet tarvitsevat ja mitä tietoa he itse antavat missäkin hankevaiheessa. Lisäksi selvitettiin, miten prosessit toimivat oikeissa rakennushankkeissa, mitä prosesseja käytettiin, mikä oli osapuolten osaamisen taso sekä tietomallintamisesta koettu hyöty.

Ryhmältä C kysyttiin oliko heillä kokemuksia tai osaamista mallintamisesta. Lisäksi selvitettiin, mihin käyttötarkoituksiin tilaaja yleensä haluaa mallintamista soveltaa, mitä palveluita he tarvitsevat rakennuttajakonsultilta sekä miten tietomalli vaikuttaa siihen tietoon, jolla he tekevät päätöksiä hankkeen eteenpäin viemiseksi.

Wise Group oli kiinnostunut selvittämään ryhmältä C, miten ryhmä kokee tietomallintamisen tarjoamat hyödyntämismahdollisuudet sekä olisiko tämä kiinnostunut kokeilemaan tietomallinnusta hankkeissaan mainituilla hyödyntämismahdollisuuksilla. Tutkimuksen tavoitteisiin liittyen Wise Group halusi myös selvittää, näkikö ryhmä C estettä sille, että rakennuttajakonsultti määrittelee tietomallin sisällön tietomalliohjeilla.

3.3.3 Haastattelutilanne ja haastattelun tallentaminen

Varsinaiset haastattelut suoritettiin kasvotusten tutkijan sekä haastateltavan kesken. Haastatteluaika sovittiin yhdessä haastateltavan kanssa. Haastattelut suoritettiin joko haastatellun henkilön edustaman yrityksen toimipisteellä tai Wise Groupin toimistolla.

Varsinaisen haastattelun alussa kerrattiin lyhyesti tärkeimmät haastattelun vastausohjeet. Lisäksi selvitettiin haastattelujen sekä koko tutkimuksen taustaa ja tarkoitusta. Haastattelukysymykset esitettiin haastateltavalle numerojärjestyksessä. Haastateltava vastasi kysymyksiin suullisesti. Haastateltava sai pitää haastattelun aikana kysymyslomaketta esillä, mikäli hän halusi lukea kysymyksen uudestaan. Haastateltavalla sai olla myös kysymyslomakkeeseen ennen varsinaista haastattelua tehtyjä muistiinpanoja mukanaan. Tarkentavia kysymyksiä tehtiin, mikäli haastatellun henkilön vastaus jäi avoimeksi tai mikäli arvioitiin, että haastatellulla henkilöllä voisi olla tutkimuksen kannalta mielenkiintoista lisätietoa samasta aiheesta. Mikäli haastateltava jätti vastaamatta kysymykseen, siihen ei haastattelun kuluessa enää palattu uudelleen.

Tutkija tallensi haastateltavan vastauksen omilla kysymyskohtaisilla muistiinpanoilla. Jokaiselta haastateltavalta pyydettiin lisäksi suullinen suostumus haastattelun äänittämiseen haastattelujen puhtaaksikirjoitusta varten. Kaikki antoivat suostumuksensa. Haastateltavilta ei pyydetty kirjallisia vastauksia eikä heitä pyydetty luovuttamaan omia haastattelumuistiinpanojaan.

Haastatteluaineiston puhtaaksikirjoitus perustui tässä tutkimuksessa haastattelun aikana tehtyihin muistiinpanoihin sekä haastattelunauhoitukseen. Mikäli näiden välillä oli ristiriitaa, aineisto kirjoitettiin puhtaaksi nauhoituksen perusteella.

3.4 Haastattelukysymysten testaus, haastattelupyyntöjen arviointi sekä haastatteluaineiston varmentaminen

3.4.1 Haastattelukysymysten testaus tässä tutkimuksessa

Käännöstestin suorittamiseen eli haastattelukysymysten kääntämiseen englanniksi ja takaisin suomeksi ei ollut mahdollisuutta tämän tutkimuksen puitteissa. Sen sijaan kysymysten validiteetin varmistamiseksi Wise Groupin rakennuttamistoimialan johtaja tarkasti jokaisen haastatteluryhmän haastattelukysymykset. Tämän lisäksi haastattelukysymykset testattiin esittämällä ne yhdelle kuhunkin haastatteluryhmään kuuluvalla Wise Groupin työntekijälle. Tällä pyrittiin testaamaan tutkimuskysymysten ymmärrettävyyttä ja yksiselitteisyyttä. Esimerkiksi rakennuttajakonsulteille tarkoitetut kysymykset kävi läpi Wise Groupin rakennuttamistoimialan työntekijä. Haastatteluryhmä C oli tähän kuitenkin poikkeus, sillä yksikään ryhmän C jäsenistä ei kuulunut Wise Groupin palvelukseen.

Sekä ryhmän A että B haastattelulomakkeen arvioi kaksi henkilöä ja ryhmän C haastattelulomakkeen arvioi yksi henkilö. Palautteen perusteella haastattelukysymyksiin tehtiin täsmennyksiä ja muutoksia.

Ensimmäistä haastattelua käytettiin testihaastatteluna. Testihaastattelutilanne oli oikea varsinainen tutkimushaastattelu, jonka jälkeen tutkija oli varannut aikaa tehdä muutoksia haastattelukysymyksiin. Kyseisen haastattelun henkilö kuului haastatteluryhmään B. Haastattelun jälkeen arvioitiin haastatteluohjeita ja haastattelukysymyksiä. Vain muutamaa kysymystä ja haastattelun alussa läpikäytäviä ohjeita täsmennettiin haastattelun onnistumisen varmistamiseksi. Suuria muutostarpeita ei kuitenkaan ollut, jonka vuoksi testihaastattelu otettiin mukaan varsinaiseen aineistoon. Testihaastattelun lisäämistä aineistoon puolsi myös se, että haastateltavan vastaukset olivat suurimmaksi osaksi odotusten mukaisia alkuperäisten kysymysten asettelusta huolimatta. Alaluvun 3.2.2 mukaan teemahaastattelun kysymysten asettelujen ei myöskään tarvitse olla jokaisessa haastattelussa identtisiä.

Ryhmiä A ja C ensimmäisten haastattelujen perusteella joitakin kysymyksiä tarkennettiin testihaastattelun tapaan. Esimerkiksi sanat ”suunnitteluvaiheiden aikana” korvattiin paikoin sanoilla ”suunnittelun aikana”.

3.4.2 Haastattelupyyntöjen toimivuuden arviointi

Kaikki haastattelu ehdokkaat eivät suostuneet haastatteluun. Haastattelu ehdokkaita oli yhteensä 40, joista 12 kieltäytyi haastattelusta. Useimmat heistä ilmoittivat syyksi asiantuntemuksensa ja kokemuksensa puutteen. Lähes kaikki kokemuksen puutteeseen vedoten haastattelusta kieltäytyneet henkilöt kuitenkin ehdottivat toista henkilöä tilalle.

Osa kieltäytyneistä haastattelu ehdokkaista ilmoitti kieltäytymisensä syyksi kiireelliset aikataulunsa. Yksi haastattelu ehdokas kieltäytyi vedoten salassapitovelvollisuuksiin ja yrityssalaisuuksiin. Jotkin haastattelusta kieltäytyneet henkilöt eivät antaneet syytä

kieltäytymiselleen. Kieltäytyneiden henkilöiden joukkoon ei laskettu niitä henkilöitä, joita ei koskaan tavoitettu. Henkilöitä, joita ei koskaan tavoitettu, oli kaksi.

Kaksi haastatteluehdokasta suostui haastatteluun, mutta haastatteluaikaa sovittaessa kumpaakaan heitä ei enää tavoitettu. Useamman uusintayhteydenottoyrityksen jälkeen nämä henkilöt lisättiin kieltäytyneiden listalle.

Mikäli haastatteluehdokkaat eivät vastanneet alkuperäiseen kirjeitse ja sähköpostilla lähetettyyn haastattelupyyntöön viikon kuluessa, heihin otetaan yhteyttä uudestaan. Useammalla haastatteluehdokkaalla kesti useampi päivä vastata haastattelupyyntöön.

Tutkijan mielestä haastatteluehdokkaiden lähestyminen puhelimitse tai kasvotusten oli sopivan henkilökohtainen lähestymistapa. Keskustelu tai puhelinkeskustelu aloitettiin tervehdyksellä ja selittämällä asia parilla virkkeellä, jonka jälkeen tiedusteltiin haastatteluehdokkaan halua osallistua haastatteluun. Tutkijan mielestä lähestymistavalla ei ollut suurta merkitystä siihen, suostuiko haastatteluehdokas haastatteluun vai ei.

3.4.3 Haastatteluaineiston kontekstuaalinen varmentaminen

Haastatteluaineiston luotettavuutta selvitettiin keräämällä haastateltavista taustatietoa. Taustatiedolla pyrittiin selvittämään haastateltavien substanssiosaamista sekä tietämystä aiheesta. Tällä haluttiin varmentaa se, että haastatteluista kerätty materiaali oli saatu alan asiantuntijoilta.

Kaikkia haastateltavia pyydettiin arvioimaan kokemustaan tietomallinnetuista rakennushankkeista hankkeiden määrässä mitattuna sekä kokemustaan oman alansa työstä ajassa mitattuna. Haastateltavilta tiedusteltiin heidän aiemman kokemuksensa määrää tietomalliohjelmien ja tietomallinnuksen prosessien käytöstä. Tarkemmin näitä asioita on esitelty luvussa 4.

4 HAASTATTELUISTA KERÄTTY TUTKIMUS- AINEISTO JA SEN ANALYSOINTI

Tässä luvussa kuvataan kunkin haastatteluryhmän aineistosta esiin nousseita asioita. Tässä luvussa käsitellään haastateltujen henkilöiden taustoista kerättyä tietoa ja analysoidaan taustatekijöitä. Lisäksi esitellään aineiston epävarmuuteen vaikuttaneita tekijöitä, haastatteluaineiston analysoinnin menetelmä sekä analyysin suoritustapa.

4.1 Haastatteluaineiston valmistelua ja aineiston analysointia käsittelevä kirjallisuus

4.1.1 Haastatteluaineiston valmistelua käsittelevä kirjallisuus

Ennen tutkimusaineiston analysointia se tulee tarkistaa virheiden ja puutteiden havaitsemiseksi sekä korjaamiseksi. Esimerkiksi haastattelututkimuksessa tämä saattaa tarkoittaa joidenkin haastatteluvastausten tai jonkin henkilön koko haastattelun hylkäämistä (Hirsjärvi et al. 2007, s. 216).

Haastatteluaineistossa esiintyvät tiedot tulee täydentää, mikäli niissä esiintyy puutteita. Haastattelututkimuksessa tämä voi esimerkiksi tarkoittaa haastatteluvastauksen täsmentämistä ottamalla uudestaan yhteyttä haastateltavaan (Hirsjärvi et al. 2007, s. 216-217).

Haastatteluaineisto tulee järjestää tiedon tallentamista sekä analyysiä varten. Kvalitatiivinen aineisto kirjoitetaan puhtaaksi. Puhtaaksikirjoitus voidaan suorittaa joko kaikesta kerätystä aineistosta tai tietyt osa-alueet valikoiden, esimerkiksi kysymysten tai haastattelun teemojen mukaisesti (Hirsjärvi et al. 2007, s. 216-217).

4.1.2 Haastatteluaineiston analysointia käsittelevä kirjallisuus

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa aineistoa voidaan usein sekä kerätä että analysoida osittain samanaikaisesti. Aineiston käsittely ja sen analysointi tulisi kuitenkin aloittaa mahdollisimman pian aineiston keruun jälkeen (Hirsjärvi et al. 2007, s. 218).

Ennen ensimmäisten haastattelujen järjestämistä suunniteltiin haastatteluaineiston analysointitapa. Aineiston analysoinnin teorioista harkittiin kolmea vaihtoehtoa: Grounded theory –menetelmä, tyypittely sekä sisällönanalyysi. Aineisto päätettiin lopulta analysoida aineisto Grounded theory –menetelmällä.

Grounded theory on lähestymistapa, jonka tavoitteena on selvittää tutkittavan ilmiön perusasioita sekä muodostaa uutta teoriaa. Grounded theory –menetelmä lähtee liikkeelle tutkimusaineistosta. Tutkijan aiemmin keräämä kokemus sekä muu jo olemassa oleva

teoria kuitenkin vaikuttavat tutkimuksen analyysiin. Täten grounded theory muodostaa uutta teoriaa jo olemassa olevan teorian sekä analysoidun tutkimusaineiston pohjalta (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006a).

Grounded theory- menetelmässä tutkimusaineistoa käydään läpi tarkastelemalla, mitä hyviä asioita ja huomioita siitä saa irti. Lisäksi aineistoa analysoidessa vertaillaan, minkä käsitteen alle jokin asia kuuluu (Koskennurmi-Sivonen 2004).

Grounded theory –menetelmässä tutkimusaineisto koodataan. Tällä tarkoitetaan tutkimusaineiston käsittelemistä, pilkkomista sekä jäsentämistä tai sen uudelleen muotoilemista. Aineistoa koodataan kolmessa eri tasossa: avoin koodaus, aksiaalinen koodaus ja selektiivinen koodaus (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006b).

Avoimella koodauksella pyritään jakamaan tutkimusaineisto eri kategorioiden eli käsitteiden alle. Aineistoa läpikäydessä sieltä poimitaan esiin asia, joka voidaan tulkita ja sille voidaan antaa kategorioitu nimi. Tämän nimen tarkoitus on kuvata esiin tullutta seikkaa yleisemmällä tasolla. Kun aineistoa läpikäydessä tulee esiin samankaltainen seikka eri tavalla ilmaistuna, se kirjataan samaan jo olemassa olevaan kategoriaan. Mikäli taas esiin tulee asia, joka ei vielä kuulu mihinkään aikaisemmin luotuun kategoriaan, sille luodaan uusi käsite ja teksti siirretään tämän käsitteen alle. Kategorioiden nimet voivat pohjautua tutkimuskirjallisuuteen tai ammattiasiantuntemukseen tai kategoria voidaan nimetä aineistopohjaisesti (Koskennurmi-Sivonen 2004).

Lisäksi jokaisen kategorian tieto voidaan sijoittaa dimensiolle, joka mittaa haastattelun suhtautumista asiaan. Tämä on osa avointa koodausta. Dimensiovaihtelua ei kuitenkaan aina tapahdu. Esimerkiksi kaikki haastateltavat voivat olla tietomallintamisen hyötyjen merkittävydestä täysin samaa mieltä tai mielipiteet voivat vaihdella laidasta toiseen, kunhan ne kaikki vain koskevat suhtautumista samaan asiaan (Koskennurmi-Sivonen 2004).

Kaikkea kvalitatiivisen tutkimuksen materiaalia ei ole tarpeellista analysoida (Hirsjärvi et al. 2007, s. 220). Koskennurmi-Sivonen (2004) kuitenkin suosittelee, että grounded theory –analyysiä käytettäessä kaikki aineiston elementit pidetään mukana tutkimuksessa, sillä päinvastaiset tapaukset kumoavat grounded theory –analyysillä muodostetut kategoriat.

Kategorisoinnin jälkeen aineisto koodataan aksiaalisesti. Tässä vaiheessa tutkijan tulee luoda yhteydet eri kategorioiden välille. Tämä tarkoittaa ilmiön yhteyksien, syy-yhteyksien ja muiden vastaavien tekijöiden selvittämistä (Koskennurmi-Sivonen 2004). Ilmiöllä voidaan grounded theory –analyysissä tarkoittaa esimerkiksi tutkimuksen kohdetta tai tutkimuksesta haluttua lopputulosta (Borgatti 2014). Aksiaalisessa koodauksessa päätellään, mitkä korkeamman tason käsitteet kuvaavat avoimen koodauksen aikana luotuja kategorioita. Tällä tavalla saadaan niputettua kategoriat samojen ylempien käsitteiden alle ja löydettyä kategorioiden väliset yhteydet (Koskennurmi-Sivonen 2004). Aksiaalisessa koodauksessa voidaan erottaa tutkimusaineistosta erilaisia tilannepätevyyskysien ehtoja, aineiston konteksti, ilmiön toimintastrategiat sekä tästä koituvat seuraukset (Borgatti 2014).

Viimeisessä vaiheessa, eli selektiivisessä koodauksessa, aineistosta pyritään löytämään yksi ydinkategoria, jonka sisälle kaikki muut kategoriat sopivat. Kaikissa grounded theory -analyysissä ydinkategoriaa ei kuitenkaan voida nimittää yläkäsitteeksi, vaikka tutkittava ilmiö ja muut kategoriat keskittyisivätkin ydinkategorian ympärille. Ydinkategoria tulee tuoda selvästi esille tutkimusraportissa (Koskennurmi-Sivonen 2004).

Grounded theory –menetelmän mukaisesti aineiston koodauksen jälkeen tutkija muodostaa aineiston pohjalta oman ydinkategoriaan liittyvän teoriansa, joka voi esimerkiksi olla jonkinlainen aineiston pohjalta tehty tulkinta tutkitun asian toiminnasta tietystä viitekehysessä. Tutkimusaineistoa verrataan grounded theory -menetelmän mukaan luotuun teoriaan ja jo olemassa olevaan teoriaan, eli tässä tapauksessa kirjallisuuskatsaukseen. Tässä vaiheessa tulee tunnistaa kaikki luotuun teoriaan sopimattomat tapaukset sekä etsittävä syyt sopimattomuudelle. Samalla täydennetään puutteelliset kategoriat (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006b; Koskennurmi-Sivonen 2004). Grounded theory –analyysiprosessin loppuun päättyy luodun teorian yleistämiseen siinä mittakaavassa kuin kyseistä tutkimusongelmaa on tutkittu. Yleistettävyyden arvioidaan käsitteellisesti tasolla. Yleistettävyyden arviointiin vaikuttavat aineiston antoisuus sekä tutkijan tulkintakyky ja oivaltavuus (Koskennurmi-Sivonen 2004).

Koskennurmi-Sivonen (2004) huomauttaa, että opinnäytetyötä tehtäessä on realistisinta, että ei väkisin yritetä tehdä puhdasoppista grounded theory –tutkimusta, vaan otetaan jo olemassa oleva kirjallisuus osaksi analyysiä. Grounded theory on opinnäytteissä punainen lanka kvalitatiivisen tutkimusaineiston analyysissä.

Koskennurmi-Sivonen (2004) mukaan grounded theory –menetelmän avulla tuotettujen tulosten ei voida suoraan sanoa täyttävän tieteellisen teorian kriteereitä sanan ”teoria” varsinaisessa merkityksessä. Siksi tässä tutkimuksessa puhutaankin ”teoreettisen tulkinnan” muodostamisesta. Tämä tulkinta saavuttaa teorian statuksen vasta silloin, jos se vahvistetaan myös myöhemmissä tutkimuksissa (Koskennurmi-Sivonen 2004).

4.2 Haastatteluaineiston valmistelu tässä tutkimuksessa

Haastatteluaineistosta eroteltiin sellainen tietomallinnushankkeisiin liittyvä kokemuksellinen aineisto, joka ei kuulunut tämän tutkimuksen rajauksien sisäpuolelle. Esimerkiksi rakennusvaiheesta saadut kokemukset urakoitsijan kanssa hylättiin aineistosta, koska tutkimuksessa ei ollut tarkoitus tutkia rakentamisvaihetta. Aineistoa arvioitiin kriittisesti pohtien, oliko haastateltava ymmärtänyt kysymyksen oikein.

Jos haastateltava ei suoraan vastannut kysymyksiin, ei vastauksia luotu muun käydyn keskustelun perusteella. Usein haastateltava ei vastannut kysymykseen sen takia, että hänen kokemuksensa kysymyksen aihealueesta oli vähäinen.

Haastatteluaineisto kirjoitettiin puhtaaksi alaluvussa 3.3.3 esitetyn tavan mukaan niiltä osin kuin tämä katsottiin haastattelun henkilön vastauksen sisällön kannalta tarpeelliseksi. Käytännössä haastatteluvastaukset kirjoitettiin yksinkertaiseen ja käytettävään muotoon sekä niistä poistettiin tutkimuksen kannalta turhat asiat. Esimerkiksi tut-

kimuksen rajauksien ulkopuolelle jääneitä haastatteluvastauksien osia ei kirjoitettu puhtaaksi. Vastauksista poistettiin kaikki turhat täyte- ja sidesanat, joilla ei ollut vaikutusta vastauksen sisältöön.

Haastatteluvastaukset kirjoitettiin puhtaaksi yhden haastattelun yksi kysymys kerrallaan, jolloin jokaisen haastattelun henkilön jokaisesta haastatteluvastauksesta saatiin puhtaaksikirjoitettu versio. Koska kukin haastateltu kuului vain yhteen haastatteluryhmään, koko puhtaaksikirjoitettu haastatteluaineisto saatiin ryhmiteltyä haastatteluryhmien A, B ja C perusteella ja kunkin haastatteluryhmän haastattelukysymysten perusteella.

Suurin osa Wise Groupin ulkopuolisista haastatelluista henkilöistä edusti sellaisia yrityksiä, jotka toimivat Wise Groupin kilpailijoina joillakin aloilla. Tästä syystä haastatteluaineisto oli käsiteltävä anonyymisti. Haastatteluaineiston analysoinnin valmisteluun kuului, että aineiston kokoamisen ja tarkastamisen aikana haastatteluaineistosta poistettiin haastattelun henkilön nimi, yritys ja tehtävänimike. Analyysiä suoritettaessa haastatteluvastaukset sekoittuivat toisiinsa, tehden näin mahdottomaksi erottaa sen, mitä kukin haastatelluista henkilöistä oli sanonut.

4.3 Haastatteluaineisto

Tässä alaluvussa esitellään haastatteluryhmien A, B ja C ryhmiteltyä ja puhtaaksikirjoitettua haastatteluaineistoa. Aineistoa esitellään sekä kvantitatiivisesti että kvalitatiivisesti. Aineiston suuren määrän takia tässä alaluvussa esitellään vain tärkeimpiä löydöksiä.

4.3.1 Ryhmän A haastatteluaineisto

Haastatteluryhmän A jäsenet koostuivat rakennuttajakonsulteista. Haastatteluryhmässä A oli viisi jäsentä.

Aineiston kvalitatiivinen esittely

Haastattelukysymyksiin 6-7 saatujen vastausten perusteella tietomallinnettavan rakennushankkeen suunnittelun aikana rakennuttajakonsulttien tärkeimmät tietotarpeet ovat tilaajalta saatavat hankekohtaiset tiedot, tietomallintamiselle asetut määrittelyt, hankkeeseen jo mahdollisesti laaditut tietomalliohjeet sekä tietomalleista saatavat määrälaskentatiedot. Haastattelukysymyksen 10 vastausten perusteella rakennuttajakonsultin tulisi muun muassa olla mukana hankkeen tietomallintamisen määrittelyssä, kiinnittää enemmän huomiota suunnitteluaineistoon (muun muassa tietomalleihin) ja suunnittelun etenemisen seurantaan sekä hallita tietomallintamisen perusteet.

Haastattelukysymyksiin 11-12 saatujen vastausten perusteella rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden välinen tiedonvaihto tulee tietomallinnettavassa hankkeessa läpinäkyvämmäksi. Tietomallit tulee toimittaa rakennuttajakonsultin saataville esimerkiksi projektipankin välityksellä. Rakennuttajakonsultti voi itse noutaa tietoa mallista tai myös suunnittelija voi tulostaa tietomallin sisältämää tietoa konsultille tämän pyynnöstä. Haastattelukysymykseen 14 saatujen vastausten perusteella rakennuttajakonsultit

ovat käyttäneet tietomalleja muun muassa hankkeen suunnittelun ohjaukseen, suunnitteluratkaisujen havainnollistamiseen ja kustannusten hallintaan.

Kysymyksestä 15 saatujen vastausten mukaan rakennushankkeen tietomallikoordinaattorina voi toimia rakennuttajakonsultti, rakennuttajakonsultin alikonsultti tai hankkeen pääsuunnittelija. Tietomallikoordinaattorin tehtäviin voi kuulua muun muassa tietomallien tietosisällön tarkistaminen, tietomallien laadunvarmistaminen, yhdistelmämallin laatiminen ja tietomallintamiseen liittyvien asioiden neuvonta tilaajalle.

Kysymyksestä 16 saatujen vastausten perusteella tietomallinnus voi tuottaa hyötyä rakennushankkeen suunnitteluvaiheiden aikana muun muassa auttamalla hankkeen aikataulusuunnittelua, suunnitelmien havainnollistamista, suunnitelmien yhteensovittamista, reikä- ja varaussuunnittelua, määrälaskentaa, kustannuslaskentaa sekä energia-analyysien laatimista. Kysymyksen 17 vastausten perusteella hankkeen suunnitteluvaiheiden aikana ilmenevät tietomallintamisesta aiheutuvat ongelmat johtuvat muun muassa tietoteknisistä haasteista, vääränlaisesta suunnitteluprosessista, puutteellisista suunnitteluohjelmista ja projektihenkilökunnan puutteellisesta osaamistasosta.

Kysymyksistä 18-20 saatujen vastausten perusteella rakennuttajakonsultit ovat käyttäneet tietomalliohjelmia muun muassa määrälaskentaan, kustannusarvioiden laatimiseen ja suunnittelun ohjaukseen. Tietomalliohjelmat voivat auttaa rakennuttajakonsulttia myös koko hankkeen ohjaamisessa.

Kysymyksen 22 vastausten mukaan hankkeen suunnittelusopimuksissa esiintyvät tietomallintamisen määrittelyä koskevat ongelmat liittyvät usein liian vähäisiin määrittelyihin, etenkin tietomallien omistus- ja käyttöoikeuksia koskien. Ongelmat voivat liittyä myös hankkeen osapuolten tietomallintamissanaston puutteelliseen hallitsemiseen.

Kysymyksen 23 vastausten perusteella tietomalleille tulisi määrittellä niiden käyttö-tarkoitus sekä se, mitä asioita tietomalleista tullaan tarkastamaan. Lisäksi hankekohtaisten tietomalliohjeiden tulisi olla sopusoinnussa YTV2012:sta kanssa. Rakennuttajakonsultin tulisi käydä tietomallintamiselle esitetyt vaatimukset tilaajan kanssa läpi ja neuvoa tilaajaa hankkeelle sopivien ratkaisujen tekemisessä. Rakennuttajakonsultilla voisi olla jonkinlainen työkalu, jonka avulla hankekohtaiset tietomalliohjeet voisi laatia.

Kysymyksen 24 vastausten perusteella hankekohtaisia tietomalliohjeita käyttäneillä rakennuttajakonsulteilla on ohjeista vain positiivisia kokemuksia. Tietomallintamiselle asetettuja ohjeita ja määrityksiä on tarkennettu tietomallintamisen aloituspalaverissa. Kysymyksen 26 vastausten mukaan rakennuttajakonsultti voi laatia hankekohtaiset tietomalliohjeet, kunhan hän hyväksyttää ne tilaajalla. Tietomalliohjeilla tulisi pyrkiä täyttämään ne tavoitteet, jotka tilaaja on hankkeelle asettanut. Tilaajan kanssa tulisi laatia mahdollisimman aikaisessa vaiheessa hankkeen tietomallintamista koskeva strategia. Myös tietomallikoordinaattori voi osallistua hankkeen tietomallintamisen määrittelyyn.

Aineiston kvantitatiivinen esittely

Kysymyksestä 15 saaduissa vastauksissa neljä haastateltua henkilöä ilmoitti työskennelleensä sellaisessa rakennushankkeessa, jossa on ollut mukana erikseen nimetty tietomal-

likoordinaattori tai henkilö, joka hoiti tietomallintamisen koordinoinnin tehtäviä. Kysymykseen 16 vastatessaan kaikki ryhmän A jäsenet mainitsivat, että yksi merkittävimmistä tietomallintamisen tarjoamista hyödyistä oli tietomallien havainnollistavuus verrattuna perinteisiin 2D-suunnitelmiin.

Kysymyksistä 24 ja 25 saaduissa vastauksissa kaikki ilmoittivat työskennelleensä sellaisissa tietomallinnetuissa hankkeissa, joissa hankkeen tietomallintamista oli määriteltä ohjeilla tai vaatimuksilla. Kaikki ilmoittivat, että hankkeissa oli myös käytetty YTV2012 –ohjetta. Lisäksi kaikki mainitsivat, että hankkeen tietomallintamiselle asetettujen ohjeiden tulisi olla osa hankkeessa tehtäviä suunnittelusopimuksia.

Kysymyksiin 23, 26 ja 27 vastatessaan kaikki ryhmän A jäsenet olivat sitä mieltä, että rakennushankkeen tietomalliohjeet tulisi laatia hankekohtaisesti. Kaikkien mielestä rakennushankkeen tietomalliohjeet voisivat olla rakennuttajakonsultin laatimia, kunhan ohjeet hyväksytetään tilaajalla. Lisäksi kaikki ryhmän A haastatellut henkilöt totesivat, että rakennuttajakonsultin ja tilaajan etujen välillä ei voi olla ristiriitaa. Mikäli rakennuttajakonsultti hyötyy hankkeen tietomallintamisesta tai siitä, että hanke toteutetaan tietomalliohjeiden mukaisesti, myös tilaajan tulee saavuttaa hyötyä.

4.3.2 Ryhmän B haastatteluaineisto

Haastatteluryhmän B jäsenet koostuivat eri alojen suunnittelijoista (ARK, RAK, LVI ja sähkö) sekä tietomallikoordinaattoreista. Haastatteluryhmässä B oli 17 jäsentä. Ryhmän B haastatteluaineistoa käsitellään tässä alaluvussa yhtenä kokonaisuutena.

Aineiston kvalitatiivinen esittely

Kysymyksien 7 ja 9 vastausten perusteella suunnittelijat ja tietomallikoordinaattori tarvitsevat hankkeen alkuvaiheissa tiedokseen hankkeen toimeksiannon, tilaajan asettamat tavoitteet, hankkeen tietomallintamiselle määritellyn tarkoituksen sekä hankkeen tietomallintamiselle asetetut ohjeet ja vaatimukset. Hankkeen varsinaisen suunnittelun aikana suunnittelijat ja tietomallikoordinaattori tarvitsevat kaikkien suunnittelualojen .ifc-muotoiset tietomallit sekä 2D-piirustukset. Kysymyksen 8 vastausten perusteella suunnittelijat voivat edellyttää muun muassa tietomallikoordinaattorin nimeämistä ja tämän tehtävien määrittelyä, suunnittelujärjestyksen sopimista sekä tietomallintamisen yksityiskohtaista määrittelyä. Tietomallikoordinaattori voi edellyttää esimerkiksi hankkeen tietomalliohjeiden laatimista, tietomallien origon asettamista, projektipankin perustamista sekä tietomallintamisen aloituspalaverin järjestämistä.

Kysymykseen 11 annettujen vastausten perusteella rakennuttajakonsultit ja rakennuttajat ovat suunnittelijoiden ja tietomallikoordinaattorien näkökulmasta olleet kiinnostuneita muun muassa tietomallien avulla tuotetuista havainnekuvista ja mallien havainnollisuudesta, tietomallien avulla tuotetuista määräluetteloista sekä tietomallien yhteensopivuudesta. Kysymyksestä 13 saatujen vastausten perusteella suunnittelijat ovat kokeneet tietomallintamisen tuovan hyötyä muun muassa suunnitteluratkaisujen havainnollistamiselle, suunnitelmien yhteensovitukselle, reikä- ja varaussuunnittelulle, raken-

nuksen energiatehokkaalle suunnittelulle, suunnittelutiedon hallinnalle sekä määrälaskennalle. Kysymyksen 14 vastausten perusteella tietomallintamisen haitat liittyvät suunnittelijoiden ja tietomallikoordinaattorien näkökulmasta muun muassa tietomalliohjelmista aiheutuviin tietoteknisiin ongelmiin, hankkeen tietomallien vääränlaiseen tarkkuuteen ja sisältöön sekä projektin jäsenten vähäiseen mallintamiskokemukseen.

Kysymyksistä 16 ja 17 saatujen vastausten nojalla hankkeen tietomallit tulisi toimittaa rakennuttajalle esimerkiksi projektipankin välityksellä hankkeen suunnitteluvaiheiden aikana. Rakennuttaja ja rakennuttajakonsultti ovat ottaneet suunnittelijapalaverien tai suunnittelukokousten aikana kantaa mallien tietosisältöihin sekä tietomallien avulla esitettyihin suunnitteluratkaisuihin. Suunnittelijat ovat toimittaneet rakennuttajakonsultille ja tilaajalle myös tietomallista tuotettuja havainnekuvia ja määräluetteloita.

Kysymyksen 20 vastausten perusteella suunnittelijat ja tietomallikoordinaattorit itse näkivät tietomallikoordinaattorin roolin, aseman ja tehtävät hyvin vaihtelevasti. Tietomallikoordinoinnista vastaavaksi tahoksi esitettiin muun muassa rakennuttajakonsulttia, rakennuttajakonsultin alikonsulttia, tilaajan alaisuudessa toimivaa tietomallikoordinaattoria, arkkitehtia, pääsuunnittelijaa ja TATE-suunnittelijaa. Jotkin ryhmän B jäsenistä kuitenkin kertoivat, että hankkeen suunnittelijoiden ei tulisi toimia saman hankkeen tietomallikoordinaattoreina.

Kysymykseen 26 saatujen vastausten perusteella tietomallintamisen määrittelyyn liittyvät ongelmat koskevat suunnittelijoiden näkökulmasta esimerkiksi sitä, että tarjouspyyntövaiheessa rakennuttavan osapuolen voi olla hankalaa määrittää kaikkia hankkeen tietomallintamiseen liittyviä tehtäviä. Liian vähäiset määrittelyt sekä mahdollinen tilaajan vähäinen kokemus aiheuttavat ongelmia suunnittelusopimuksia solmittaessa.

Kysymyksiin 28-30 vastausten perusteella suunnittelijoita voidaan motivoida tietomallintamiselle esitettyjen ohjeiden toteuttamiseen laatimalla perusteltavissa olevat ohjeet, joista käy ilmi miten tietomallintamista tullaan hyödyntämään hankkeessa. Suunnittelijoiden kykyyn toteuttaa tietomallintamiselle asetetut ohjeet vaikuttavat muun muassa suunnittelijoiden oma osaaminen ja suunnittelutyölle varatut ajalliset resurssit.

Aineiston kvantitatiivinen esittely

Kysymyksiin 11 ja 13 vastatessaan kaikki ryhmän B jäsenet mainitsivat, että tietomallintaminen havainnollistaa suunnitelmien sisältöä ja auttaa ymmärtämään niitä paremmin. Kysymyksiin 15 ja 18 vastatessaan ryhmän B jäsenistä 13 (76 %) totesi, että tietomalliselostusta oli käytetty jossakin heidän hankkeessaan tai että tietomalliselostus oli osoittautunut toimivaksi välineeksi hankkeen osapuolien välisessä viestinnässä. Yhtä moni ilmoitti osallistuneensa tietomallinnettuun rakennushankkeeseen, jossa oli järjestetty erilliset suunnittelijapalaverit tietomallien yhteensovittamista varten. Kolmesta haastateltua ilmoitti, että tietomallipohjaista reikä- ja varaussuunnittelua oli sovellettu niissä hankkeissa, joissa he olivat olleet mukana.

Kysymyksestä 20 saatujen vastausten perusteella ryhmän B jäsenistä 15 (88 %) ilmoitti pitävänsä tietomallikoordinaattorin roolia tärkeänä osana tietomallinnettavaa ra-

kennushanketta. Monet ilmoittivat olleensa mukana hankkeissa, joissa oli erikseen nimetty tietomallikoordinaattori tai tietomallikoordinoinnin tehtävät oli osoitettu jollekin hankkeen osapuolelle. Yksi haastateltu ilmoitti, ettei näe erilliselle tietomallikoordinaattorille tarvetta koordinaattorin tehtävänkuvan nykyisessä muodossa.

Haastattelukysymyksiin 21 ja 22 vastatessaan kaikki haastatellut suhtautuivat positiivisesti siihen ajatukseen, että tietomallien sisällöille tai tietomallintamisen eri prosesseille tai työskentelytavoille annettaisiin määrittelyjä tai ohjeita. Muutama heistä täsmensi, että he edellyttäisivät määrittelyiltä ja ohjeilta sitä, että niissä ei puututtaisi pikkuasioihin. Osa suunnittelijoista täsmensi, että ohjeiden ja vaatimusten asettajan tulee olla asiantunteva henkilö ja ymmärtää, mitä hän on vaatimassa.

Kysymyksiin 23 ja 24 vastatessaan ryhmän B jäsenistä 16 (94 %) ilmoitti olleensa osallisena tietomallinnetuissa rakennushankkeissa, joissa tietomallintamiselle oli asetettu vaatimuksia tai ohjeita. Jotkin vaatimuksista olivat olleet lyhyitä ja jotkin todella laajoja. Lisäksi 15 haastatelluista henkilöistä ilmoitti, että hankkeissa, joihin he ovat osallistuneet, oli myös käytetty YTV2012 –ohjetta. Kaikkien mielestä tietomallintamiselle asetettavien vaatimusten tulisi olla osa suunnittelijan ja tilaajan välistä suunnittelusopimusta.

Kysymyksiin 25 ja 26 vastatessaan noin kaksi kolmasosaa ryhmän B jäsenistä kertoi törmänneensä vajaisiin, epäselviin tai ongelmia tuottaneisiin tietomallintamisen määrittelyihin ja tietomalliohjeisiin. Vain joka neljäs ilmoitti, että ei ollut kohdannut merkittäviä ongelmia hankkeen tietomallintamista koskevien ohjeiden kanssa.

Kysymyksiin 27 ja 28 annettujen vastausten perusteella haastatelluista henkilöistä 16 ilmoitti, etteivät he voisi kuvitella sellaista tilannetta, jossa hankkeelle asetettuja tietomalliohjeita ei voisi noudattaa heidän yrityksenä käyttämällä tietomalliohjelmalla. Pääasiassa suunnittelijoiden käyttämät tietomalliohjelmat eivät siis tule tietomalliohjeiden toteuttamisen esteeksi.

4.3.3 Ryhmän C haastatteluaineisto

Ryhmän C jäsenet koostuivat ammattirakennuttajista ja -tilaajista. Haastatteluryhmässä C oli neljä jäsentä.

Aineiston kvalitatiivinen esittely

Kysymykseen 9 annettujen vastausten mukaan ryhmän C jäsenet olivat kiinnostuneita hyödyntämään tietomallintamista ja tietomalleja muun muassa suunnittelun ohjaukseen, kiinteistöjen ylläpitoon ja hankkeen kustannusten hallintaan tarkemman määrä- ja kustannustiedon avulla. Kysymykseen 10 annettujen vastausten perusteella ryhmän C jäsenet näkivät hankkeiden tietomallintamisen suurimmiksi esteiksi tietomalliohjelmien yhteensopivuuteen liittyvät ongelmat, projektin osapuolten osaamisen ja ymmärryksen puutteen sekä mallintamisen puutteellisen ja ymmärrettävän markkinoinnin tilaajille. Kysymyksen 14 vastausten mukaan tietomallintaminen vähentää hankkeen osapuolten

välisen kommunikaation väärinymmärrystä ja lisää havainnollisuutta, joskin toisaalta tietomallintaminen tuo hankkeen viestinnälle uusia haasteita ja lisää vastuuta.

Kysymykseen 16 vastatessaan ryhmän C jäsenet kertoivat, että rakennuttajakonsultin tulisi osata perustella tilaajalle esimerkiksi se, miksi ja miten hanke tulee mallintaa ja tarvitseeko tilaaja hankkeeseen tietomallikoordinaattoria. Rakennuttajakonsultin tulisi hallita tietomallintamisen perusasiat.

Kysymykseen 20 saatujen vastausten perusteella tietomalliohjeiden ja tietomallintamisen määrittelyjen tulisi sisältää tilaajan näkökulmasta muun muassa hankkeen osapuolten vastuiden ja hankkeessa käytettävien tiedostomuotojen määrittelyt. Lisäksi tulisi määritellä tietomallintamisen aikataulu ja suunnittelijapalaverien toimintatapa.

Aineiston kvantitatiivinen esittely

Kysymyksiin 6 ja 11 vastatessaan kaikki ryhmän C jäsenet ilmoittivat, että tietomallintaminen havainnollistaa suunnitelmien sisältöä ja auttaa heitä ymmärtämään niitä paremmin. Kysymyksen 7 vastausten mukaan kaikki haastatellut kokivat tietomallintamisen tarjoamat hyödyt tärkeiksi rakennushankkeiden kannalta. Kysymyksen 8 vastausten perusteella kaikki ryhmän C jäsenistä olivat valmiita käyttämään tietomallinnusta heidän tulevissa hankkeissaan.

Kysymykseen 15 vastatessaan kolme neljästä haastatellusta ilmoitti tietomallintamisen helpottavan hankkeen suunnitteluvaiheiden aikana tilaajan puolesta tehtäviä päätöksiä. Kysymyksestä 17 vastausten mukaan kaikkien haastateltujen mielestä tietomallikoordinaattorin tai tietomallintamisen koordinoinnin tehtävistä vastaavan henkilön rooli tietomallinnetussa rakennushankkeessa on tärkeä.

Kysymykseen 21 annettujen vastausten mukaan jokainen haastateltu oli ollut mukana hankkeissa, joissa hankkeen tietomallintamiselle oli asetettu määritelmiä tai vaatimuksia. Kaksi ryhmän C jäsenistä ilmoitti, että YTV2012 –ohjetta oli käytetty osana hankkeiden tietomallintamiselle asetettuja vaatimuksia. Kysymykseen 22 annettujen vastausten perusteella haastatelluista kaikki olivat sitä mieltä, että hankkeen tietomallintamiselle asetettujen vaatimusten ja ohjeiden tulisi olla osa suunnittelusopimuksia.

Kysymykseen 23 vastatessaan kaikki haastatellut henkilöt mainitsivat, että hankkeiden tietomallintamiselle asetetut vaatimukset sekä ohjeet voisivat olla rakennuttajakonsultin laatimat. Tämä edellyttäisi sitä, että rakennuttajakonsultin laatimat ohjeet hyväksytettäisiin tilaajalla. Kysymykseen 24 vastatessaan jokainen haastateltu painotti sitä, että tilaajan ja rakennuttajakonsultin etujen välillä ei voi olla ristiriitaa. Rakennuttajakonsultti voi hyötyä hankkeen tietomallintamisesta ja hankkeen tietomalliohjeiden noudattamisesta sillä edellytyksellä, että myös tilaaja hyötyy hankkeen tietomallintamisesta ja tietomalliohjeiden noudattamisesta.

4.4 Haastatteluaineisto kokonaisuutena

Tämän alaluvun taulukoihin on koottu haastateltuilta henkilöiltä kysyttyjä asioita ja haastattelutilanteissa muuten kirjattua tietoa. Yksittäisen haastatellun henkilön haastattelusta kerätyt tiedot ovat tämän alaluvun kaikissa taulukoissa samoissa solupaikoissa.

4.4.1 Haastateltujen henkilöiden työkokemus

Jokaiselta haastatellulta henkilöltä kysyttiin hänen ryhmänsä kysymyspatterin mukaiset taustatiedot. Koska haastateltuja henkilöitä valittiin useasta eri yrityksestä sekä usealta eri alalta, oli tärkeää analysoida myös haastateltujen henkilöiden työkokemusta. Taustatietojen oli tarkoitus arvioida haastatteluaineiston luotettavuutta. Haastateltujen henkilöiden ajan myötä kertynyt kokemus on esitetty Taulukossa 4.1.

Taulukko 4.1. Haastateltujen henkilöiden työkokemus heidän omalta alaltaan (vuosia).

	Ryhmä A	Ryhmä B					Ryhmä C
	-	ARK	RAK	LVI	SÄH	TMK	-
	28	4	3	5	18	5	20
	20	24	8	15	10	9	20
	5		8	8	8	8	25
	7		15	3			3
	8		35				
Yht.	68	28	69	31	36	22	68
Keskiarvo (KA)	13,6	14	13,8	7,8	12	7,3	17
Yht. ryhmät	68	186					68
KA ryhmät	13,6	10,9					17
KA kaikki	12,4 ≈ 12						

Haastatelluilla oli yhteensä 322 työkokemusvuotta. Haastatellulla oli keskimäärin 12 vuotta kokemusta oman alansa työstä haastatteluhetkellä. Haastateltujen työkokemusvuosien määrässä oli suurta vaihtelua.

Haastatelluilta henkilöiltä kysyttiin kuinka monessa tietomallinnetussa rakennushankkeessa he ovat olleet mukana. Tietomallinnetun rakennushankkeen kriteereitä ei erikseen määritelty haastatelluille henkilöille. Vastaukset on esitetty taulukossa 4.2.

Taulukko 4.2. Tietomallinnettujen rakennushankkeiden määrä, jossa haastateltu henkilö on ollut mukana.

	Ryhmä A	Ryhmä B					Ryhmä C
	-	ARK	RAK	LVI	SÄH	TMK	-
	3	5	3	2	3	20	10
	10	100	30	5	3	12	8
	20		30	6	4	100	2
	2		50	3			5
	3		5				
Yht.	38	105	118	16	10	132	25
Keskiarvo (KA)	7,6	52,5	23,6	4	3,3	44	6,3
Yht. ryhmät	38	381					25
KA ryhmät	7,6	22,4					6,3
KA kaikki	17,1 ≈ 17						

Haastatelluilla oli kokemusta yhteensä 444:stä tietomallinnetusta rakennushankkeesta. Haastatelluilla oli keskimäärin kokemusta 17:sta hankkeesta haastatteluhetkellä. Haastateltujen kokemusmäärien välillä oli suuria eroja. Lisäksi on huomattava, että etenkin useissa kymmenissä hankkeissa mukana olleet henkilöt eivät pystyneet sanomaan tarkkaa lukua, vaan arvioivat hankkeiden määrän.

4.4.2 Haastateltujen henkilöiden tietomallinnusosaaminen

Haastatelluilta kysyttiin, millaiseksi he arvioivat oman osaamisensa tietomallintamiseen liittyen. Osaaminen jaoteltiin kahteen eri kategoriaan: tietomalliohjelmiin ja niiden toimintaan liittyvään osaamiseen sekä tietomallipohjaisen suunnittelun prosesseihin ja työskentelytapoihin liitettävään osaamiseen. Haastateltaville ei erikseen annettu asteikkoa mistä valita, vaan he saivat itse valita parhaiten kuvaavan ilmaisun vastaukseensa. Tämän alaluvun taulukoissa esitetyt sanat ovat siis suoria lainauksia haastatteluista.

Kysyttäessä tietomalliosaamisen tasoa haastatelluilta, esimerkkinä käytettiin muun muassa ohjelmien käytön osaamista sekä ohjelmien perustana olevan tietokantapohjaisen asetelman ymmärtämistä. Haastateltujen henkilöiden vastaukset liittyen tietomalliohjelmien toimintaan ovat taulukossa 4.3.

Taulukko 4.3. Haastateltujen henkilöiden osaamis- ja ymmärtämistaso tietomalliohjelmiin liittyen.

Ryhmä A	Ryhmä B					Ryhmä C
-	<i>ARK</i>	<i>RAK</i>	<i>LVI</i>	<i>SÄH</i>	<i>TMK</i>	-
Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Erittäin hyvä	Hyvä
Hyvä	Hyvä	Hyvä	Kohtalainen	Hyvä	Hyvä	Ymmärrän
Hyvä		Erinomainen	Hyvä	Hyvä	Erinomainen	Ymmärrän
Hyvä		Hyvä	Hyvä			Ymmärrän
Hyvä		Hyvä				

Kaikki haastateltavat kokivat tuntevansa tietomalliohjelmien toimintatavan, ymmärtävänsä niiden käyttötarkoituksen sekä ohjelmiin liittyvät rajapinnat. Lisäksi ryhmän B jäsenistä jokainen osasi käyttää jotakin tietomalliohjelmaa. Myös jokaisella ryhmän A jäsenellä oli kokemusta tietomalliohjelmien käytöstä. Ryhmän C osaamistaso oli ryhmään A ja B verrattuna hieman heikompi.

Haastateltujen henkilöiden arvioidessa tietomallintamisen prosesseihin ja työskentelytapoihin liittyvää osaamistaan, esimerkkeinä käytettiin muun muassa tietomallipohjaisen reikäkierron ja suunnitelmien yhteensovittamisen ymmärtämistä. Haastateltujen henkilöiden vastaukset liittyen tietomallipohjaisen suunnittelun prosesseihin ja työskentelytapoihin ovat esitetty taululukossa 4.4.

Taulukko 4.4. Haastateltujen henkilöiden osaamis- ja ymmärtämistaso tietomallintamiseen liitettävistä prosesseista ja työskentelytavoista.

Ryhmä A	Ryhmä B					Ryhmä C
-	<i>ARK</i>	<i>RAK</i>	<i>LVI</i>	<i>SÄH</i>	<i>TMK</i>	-
Kohtalainen	Hyvä	Hyvä	Kohtalainen	Hyvä	Hyvä	Hyvä
Hyvä	Hyvä	Hyvä	Hyvä	Kohtalainen	Hyvä	Ymmärrän
Hyvä		Erinomainen	Hyvä	Kohtalainen	Erinomainen	En ymmärrä
Hyvä		Hyvä	Hyvä			Hyvä
Hyvä		Hyvä				

Kaikkien haastateltujen osaamistaso tietomallintamiseen liitettävistä prosesseista ja työskentelytavoista oli keskimäärin vain hieman heikompi kuin heidän osaamistasonsa tietomalliohjelmiin liittyen. Tarkasteltaessa taulukoita 4.3 ja 4.4 kokonaisuutena voidaan todeta, että suurin osa haastatelluista koki ymmärtävänsä ja osaavansa tietomallintamiseen liitettävät asiat hyvin. Näyttäisi siltä, että haastateltujen henkilöiden osaamistason vaihtelu olisi pienempää kuin heidän kokemustasonsa vaihtelu.

4.4.3 Haastatteluaineiston määrä ja haastattelujen kesto

Jokaisen haastattelun ajallinen pituus kirjoitettiin muistiin myöhempiä analyysitarkoituksia varten. Haastattelujen kesto minuutteina on esitetty taulukossa 4.5.

Taulukko 4.5. Haastattelujen kesto [min].

	Ryhmä A	Ryhmä B					Ryhmä C
	-	ARK	RAK	LVI	SÄH	TMK	-
	68	66	83	56	94	70	37
	84	145	77	115	58	91	73
	56		61	67	85	89	43
	68		69	78			91
	95		116				
Yht.	371	211	406	316	237	250	244
Keskiarvo (KA)	74,2	105,5	81,2	79	79	83,3	61
Yht. ryhmät	371	1420					244
KA ryhmät	74,2	83,5					61
Yht. kaikki	2035						
KA kaikki	78,3						

Haastattelujen kestot vaihtelivat jokaisessa haastatteluryhmässä suuresti. Haastattelujen pituuteen vaikutti kysymyspatteriston pituus. Eri ryhmien haastattelujen keston keskiarvot noudattavatkin kysymyspatteriston pituuksia. Ryhmän C haastattelut olivat ajallisesti lyhyimmät, sillä ryhmän C haastattelulomakkeessa oli vain 24 kysymystä. Ryhmän B haastattelut kestivät keskimäärin pisimpään, koska ryhmän B haastattelulomakkeessa oli eniten kysymyksiä. Väliin jäi ryhmä A, jonka haastattelulomakkeen kysymismäärä oli 27.

Haastattelujen ajalliseen keston vaikutti eniten se, kuinka paljon haastateltavat olivat valmistautuneet haastatteluun. Jotkut haastatelluista olivat perehtyneet kysymyksiin tarkasti ja kirjoittaneet vastaukset jo valmiiksi haastattelutilannetta varten, joka nopeutti haastattelun läpiviemistä verrattuna niihin, jotka eivät olleet pohtineet vastauksia etukäteen. Myös haastateltujen työkokemuksen pituus vaikutti haastattelun pituuteen. Kokeneempien henkilöiden vastaukset moniin kysymyksiin saattoivat olla pidempiä, sillä heidän tietämyksensä kyseistä aiheesta oli suurempi kuin kokemattomammilla. Kolmantena tekijänä haastattelujen pituuteen vaikutti haastateltujen henkilöiden innokkuus tietomallintamiseen sekä haastattelutilanteeseen. Henkilöt, jotka kertoivat pitävänsä kyseessä olevaa tutkimusta ja alan kehittämistä tärkeänä ja mielenkiintoisena, vastasivat usein kysymyksiin pidemmin ja harkitummin. Neljäntenä tekijänä vaikutti haastateltavien varaama aika haastattelutilannetta varten. Haastateltujen henkilöiden aikataulukiiireiden takia jotkut haastattelut pyrittiin tietoisesti viemään läpi muita haastatteluja nopeammin, jotta haastateltava ei myöhästyisi omasta aikataulustaan.

Haastatteluaineistoa kertyi kaikista haastatteluista yhteensä 2035 minuuttia, eli noin 34 tuntia. Tähän määrään ei laskettu mukaan haastattelutilanteiden aloituskeskusteluja, joissa tutkija kertasi läpi haastatteluohjeet.

4.5 Aineiston epävarmuustekijät ja virhelähteet

4.5.1 Haastateltavien työkokemus ja mallintamisosaaaminen

Haastattelujen perusteella haastateltujen henkilöiden kokemusmäärissä oli suuria eroja. Haastatteluissa tuli esille, että esimerkiksi aloittelevat suunnittelijat ovat mukana joka-päiväisessä mallintamistyössä enemmän kuin suunnittelijapäälliköt. Useampi haastateltu henkilö toi esille sen, että tietomalliohjelmien kanssa päivittäin työskentelevät suunnittelijat tuntevat ohjelmien toiminnot parhaiten ja ovat siten kykeneviä vastaamaan joka-päiväistä suunnittelua koskeviin kysymyksiin. Vastaavasti useampi johtotehtävissä toiminut suunnittelija ilmoitti, että he olivat alkaneet vieraantua päivittäisestä tietomalliohjelmien käytöstä, koska heidän nykyinen työnkuvansa vaati suurempien kokonaisuuksien hallitsemista.

Toisaalta saattaa olla, että lyhyehkön työkokemuksen omaavat haastateltavat eivät olleet vielä saavuttaneet syvällistä kokonaiskuvaa tietomallintavasta suunnittelusta. Jotkut haastatellut jättivät vastaamatta joihinkin kysymyksiin, vedoten tieto- tai osaamistasoonsa. Vain muutamia vuosia alalta kokemusta omaavilla haastatelluilla henkilöillä oli paikoin vaikeuksia vastata etenkin suunnittelusopimuksiin liittyviin asioihin, koska heidän työnsä keskittyi enemmän päivittäiseen suunnitteluun ja tietomallintamiseen.

4.5.2 Haastattelutilanne aineiston epävarmuuden lähteenä

Haastattelutilanteessa haastattelun suorittaja luki kysymyksen läpi ja haastateltava vastasi kysymykseen, jonka jälkeen siirryttiin järjestyksessä seuraavaan kysymykseen. Mikäli haastateltavan vastaus oli lyhyt, empivän oloinen, jätti jotain kiinnostavia asioita avoimeksi tai haastateltava osoitti laajaa tietämystä aiheesta, haastateltavalta kysyttiin jonkin tarkentava jatkokysymys varsinaisen esitetyn kysymyksen aihepiiriin liittyen. Tyypillisesti yhdessä haastatteluistunnossa esitettiin noin kaksi tai kolme jatkokysymystä. Teemahaastattelun mukaisesti haastattelun ilmapiiri pyrittiin pitämään avoimena tiedon keruun tehostamiseksi.

Keskustelutilanteissa ja jatkokysymyksissä piilee mahdollisuus haastateltavien johdatteluun. Haastattelija pyrki välttämään omien mielipiteidensä tuomista esille haastattelutilanteissa. Joidenkin kysymysten asettelu oli kuitenkin sellainen, että niistä välittyi haastattelijan oma suhtautuminen asiaan.

4.5.3 Haastattelujen puhtaaksikirjoitus

Haastattelunauhoite purettiin ja haastattelu kirjoitettiin puhtaaksi mahdollisimman pian kunkin haastattelun jälkeen. Kiireisen aikataulun takia tämä ei kuitenkaan aina onnistunut ja suurin osa haastatteluista kirjoitettiin puhtaaksi viimeistään kahden viikon kuluessa haastattelusta.

Haastattelunauhoitteen purun ja puhtaaksikirjoituksen sekä haastattelun tekohetken välisen ajan venyminen vaikutti siihen, ettei kyseisen puhtaaksikirjoitettavan haastattelun sisältö enää ollut tutkijan lähimuistissa. Nauhoitukset toimivat puhtaaksikirjoituksen

tukena, mutta joskus harvoin nauhoitetusta keskustelusta oli hankalaa saada selvää, johon tuen esimerkiksi häiritsevästä taustasta tai haastattelun henkilön nopeasta puheesta.

4.5.4 Haastatteluaineiston saturaatio ja aineiston määrä

Haastatteluaineiston saturaatiopistettä ei voinut tarkkaan määritellä. Useat haastateltavat nostivat samoja asioita esiin tiettyjen kysymysten kohdalla. Kuitenkin jokaisessa haastattelussa nousi esiin myös sellaisia asioita, joita kukaan muu ei ollut tuonut aikaisemmin esille. Tämä saattoi johtua rakennushankkeiden projektiokohtaisesta luonteesta, jolloin yksikään hanke ei voinut olla täysin samanlainen kuin muut. Monet haastattelulomakkeiden kysymykset jättivät myös tulkinnanvaraa haastattelulle henkilölle, mahdollista näin eri asioiden esiin nousemisen haastattelutilanteessa.

Mikäli aineiston saturaatiopiste olisi haluttu saavuttaa, olisi haastattelujen määrää todennäköisesti pitänyt lisätä merkittävästi. Jokaisessa haastattelussa nousi esille uusia asioita tai näkökulmia. Haastatteluaineiston saturaatiopistettä ei ollut mahdollista saavuttaa tähän työhön varatulla aika- ja työpanosresurssilla. Haastatteluaineisto ei kattanut koko tutkimuksen aihetta kaikilta kannoilta.

Jokaisesta haastatteluryhmästä ei pystytty haastattelemaan yhtä monta henkilöä. Näin ollen haastatteluaineistoa kertyi tietyiltä ryhmän B suunnittelualoilta paljon enemmän kuin toisilta ryhmän B suunnittelualoilta. Esimerkiksi LVI-suunnittelijoita haastateltiin neljä henkilöä kun taas ARK-suunnittelijoita haastateltiin kaksi. Vastaavasti koko haastatteluryhmän B haastatteluaineisto oli suurempi kuin haastatteluryhmien A ja C yhteenlaskettu aineisto. Yhtensä syynä edellä mainittuun oli, että haastateltavaksi suunniteltujen kieltäytyttyä heidän tilalleen ei kyetty löytämään korvaavaa haastateltavaa kyseisestä ryhmästä. Lisäksi tutkimuksessa järjestettiin alkuperäisiin suunnitelmiin verrattuna ylimääräisiä haastatteluja, koska katsottiin, ettei aineiston saturaatiopistettä ollut vielä saavutettu.

Haastateltujen epätasainen määrä eri haastatteluryhmien ja ryhmän B suunnittelualojen välillä johti siihen, että tietyt asiat toistuivat haastatteluaineistossa muita enemmän. Haastatteluaineiston määrä ei siis jakautunut tasaisesti haastatteluryhmien kesken. Tämä nosti riskiä siitä, että tutkimuksen tuloksissa osa aloista saattoi painottua enemmän kuin toiset.

4.6 Tutkimusaineiston analyysi

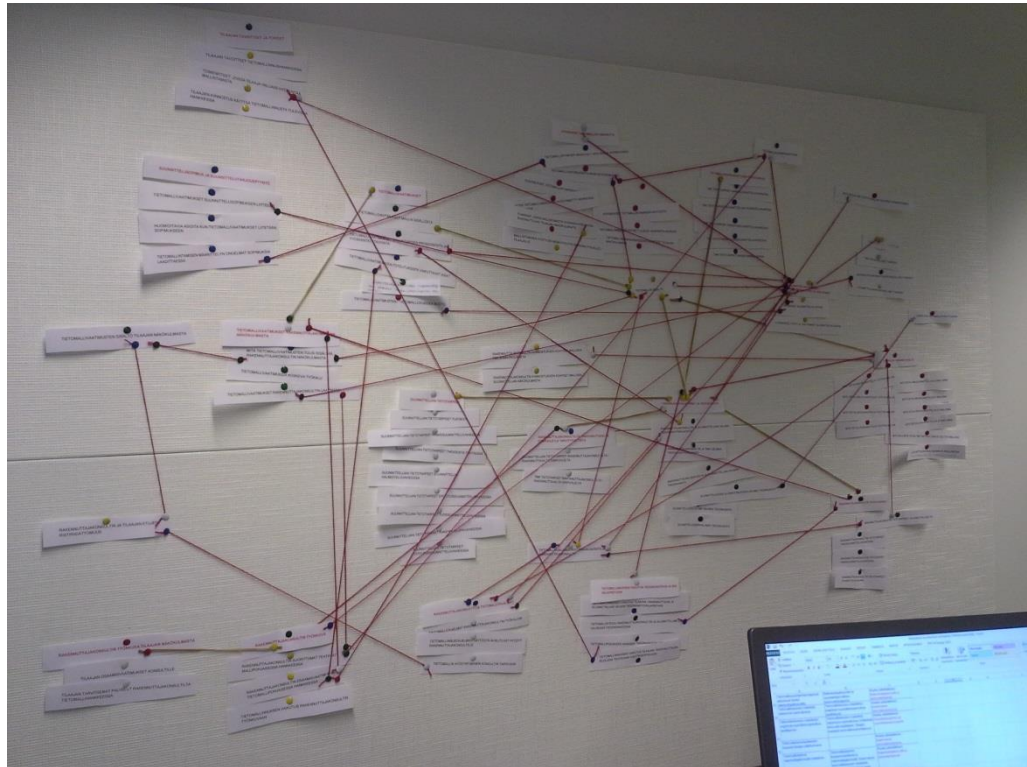
Aineiston analysointi ja koodaus aloitettiin grounded theory – menetelmän mukaisesti heti ensimmäisten haastattelujen pitämisen jälkeen. Avoin koodaus suoritettiin puhtaaksikirjoitetusta aineistosta, joka oli ryhmitelty haastatteluryhmittäin ja –kysymyksittäin alaluvussa 4.2 esitetyllä tavalla. Koska haastatteluaineisto oli järjestetty tällä tavalla, myös aineiston avoin koodaus suoritettiin yhden haastatteluryhmän yhden haastattelun henkilön yhden haastattelukysymyksen vastaus kerrallaan. Tutkija käsitteli vastauksista aina 1-5 virkettä kerrallaan riippuen vastauskokonaisuuksista ja sijoitti käsitellyt virkkeet niille sopivaan kategoriaan.

Kustakin haastatteluryhmästä koottiin omat kategoriansa, jotka pyrittiin nimeämään samankaltaisesti muiden ryhmien kanssa aksiaalisen koodauksen helpottamiseksi. Ryhmän B avoin koodaus suoritettiin siten, että kategoriat eriteltiin suunnittelualoittain, esimerkiksi ARK-suunnittelijan tehtävät ja LVI-suunnittelijan tehtävät erikseen. Jokaisen haastatteluryhmän aineistoista pyrittiin etsimään sellaisia kategorioita, jotka olivat diplomityön tavoitteiden kannalta merkittäviä.

Esimerkiksi kategoria nimeltä ”Tietomallin sisältö” sisälsi ryhmän A avoimesti koodatussa haastatteluaineistossa rakennuttajakonsultin näkemyksen aiheesta, kun taas ryhmän B LVI-suunnittelijoiden avoimesti koodatussa aineistossa tämä sisälsi LVI-suunnittelijoiden näkökulman samasta aiheesta. Koodauksessa pyrittiin käyttämään mahdollisimman paljon sellaisia nimiä, jotka olivat tutkimuksen aihepiirin kannalta relevantteja.

Esimerkiksi ryhmän A haastatteluaineistosta pyrittiin nostamaan esille niitä kategorioita, jotka liittyivät tiiviisti rakennuttajakonsultin tehtäviin sekä näiden tehtävien rajapintoihin rakennushankkeen suunnittelijoiden kanssa. Vastaavasti ryhmän B haastatteluaineistosta etsittiin esimerkiksi suunnittelijoiden tehtävien suoritukseen, mallintamisen prosesseihin ja tiedonvaihtorajapintoihin liittyviä kategorioita. Ryhmän C haastatteluaineistosta pyrittiin löytämään tietomallintamisen hyödyntämisen kategorioita.

Aksiaalisessa koodauksen alkaessa kaikkien haastatteluryhmien avoimesta koodauksesta syntyneet kategoriat kerättiin yhteen listaan. Aksiaalinen koodaus tehtiin kerralla koko haastatteluaineistolle ja eri haastatteluryhmissä olleet saman nimiset kategoriat yhdistettiin. Oli todennäköistä, että monella kategorialla olisi useampia yhtäläisyyksiä toistensa kanssa. Siksi kategorioiden yläotsikoiden ja yhtäläisyyksien etsiminen aloitettiin visuaalisesti havainnollistavalla miellekartalla eli mind mapilla. Tutkija kirjoitti paperille jokaisen erilaisen kategorian nimen ja asetti ne nastataululle. Nastataululla kategorioiden paikkoja oli helppo siirrellä sekä merkitä niiden välisiä yhtäläisyyksiä. Tätä menetelmää on havainnollistettu kuvassa 4.1.



Kuva 4.1. Miellekartta aksiaalisen koodauksen alkuvaiheessa, kun yhtäläisyyksiä eri kategorioiden välillä oli vielä vähän.

Kategoriat pyrittiin ryhmittelemään mahdollisimman laajoihin kokonaisuuksiin kategorioille luotujen yläotsikoiden alle. Yläotsikoiden alla olevien kategorioiden tuli olla yhteydessä toisiinsa. Yksittäisille kategorioille, jotka eivät ryhmittyneet muiden kategorioiden kanssa, ei luotu yläotsikkoa. Yläotsikoiden alla olevia kategorioita sekä näiden kategorioiden alle koottua tietoa käytiin läpi ja sieltä poimittiin yhtäläisyyksiä sekä yläotsikoiden välille että yksittäisten kategorioiden välille.

Mikäli kategorian alaisessa tekstissä esiintyi jonkinlainen yhteys jonkin toisen kategorian alla olevaan tekstiin, näiden kahden kategorian välille merkittiin yhtäläisyys. Vastaavasti, mikäli jonkin kategorian alla olleessa tekstissä esiintyi yhteys kaikkiin jonkin yläotsikon alla oleviin kategorioihin ja käsittelyn kohteena oleva kategoria ei kuulunut tähän yläotsikkoon, merkittiin yhteys yläotsikon ja käsittelyn kohteena olevan kategorian välille. Jos kaikilla yläotsikon alaisilla kategorioilla oli yhteys kaikkiin toisen yläotsikon alla oleviin kategorioihin, tutkija merkitsi yhtäläisyyden kahden yläotsikon välille. Yläotsikot eivät voineet kuitenkaan sisältää toisia yläotsikoita.

Aksiaalisessa koodauksessa oli mukana yhteensä 84 erilaista kategoriaa. Aksiaalisen koodauksen aikana luotiin kaikki tarvittavat yläotsikot, joita syntyi yhteensä 17. Yhteensä erinimisiä yhdisteltäviä käsitteitä oli siis 101. Kategoriat ja yläotsikot löytyvät tämän tutkimuksen liitteestä 7 (Liite 7: Aksiaalisen koodauksen tietokanta).

Seuraavassa on esitetty käytännön esimerkki aksiaalisesta koodauksesta tässä tutkimuksessa. Kategoria ”Tietomallin sisältö” sisälsi seuraavan lauseen: ”Suunnittelijan

pitää huolehtia siitä, että sovitut tiedot ja vaatimukset löytyvät mallista ja että malli on tuotettu vaatimusten mukaisesti”. ”Sovituilla tiedoilla” viitataan tietomallin tekniseen sisältöön, joten kategoria ”*Tietomallin sisältö*” yhdistettiin kategorian ”*Tietomallin tekninen sisältö*” kanssa. Vastaavasti lause ”malli on toteutettu vaatimusten mukaisesti” viittaa tietomalliohjeisiin, joten kategoria ”*Tietomallin sisältö*” yhdistettiin kategorian ”*Tietomallivaatimukset mallin sisällöstä*” kanssa.

Kategorioiden yhtäläisyyksien etsiminen auttoi tarkastelemaan kriittisesti avoimen koodauksen ryhmittelyn onnistumista ja kategorioiden nimien selkeyttä. Aksiaalisen koodauksen aikana jouduttiin paikoin palaamaan avoimen koodauksen pariin ja yhdistämään jotkin kategoriat yhteen tai erottamaan jokin kategoria kahdeksi erinimiseksi kategoriaksi, jotta niiden ryhmittely ja syy-yhteyksien löytäminen olisi helpompaa aksiaalisen koodauksen aikana.

Vaikka miellekartta vaikutti parhaalta keinolta havaita kategorioiden väliset yhtäläisyydet, se ei ehkä ollut paras tapa käsitellä kategorioita tutkimuksen tulosten muodostamisen aikana. Yhtäläisyyksiä eri kategorioiden välillä syntyi yllättävän paljon ja miellekartasta tuli pian liian monimutkainen. Tästä syystä aksiaalisen koodauksen avuksi laadittiin eri tietokanta, jossa kuvattiin aakkosjärjestyksessä jokainen kategoria ja yläotsikko sekä niihin liittyvät yhtäläisyydet. Taulukkopohjainen tietokanta vaikutti tämän tutkimuksen kannalta parhaalta tavalta runsaan tiedon käsittelemiseen. Lyhennetty versio tietokannasta on diplomityön liitteenä (Liite 7 Aksiaalisen koodauksen tietokanta).

Selektiivisessä koodauksessa ydinkategorian muodostaminen osoittautui paljon luultua vaikeammaksi. Laaja haastatteluaineisto, useat kymmenet kategoriat ja monet yläotsitteet tekivät kokonaisuuden hahmottamisesta haastavaa. Oli selvää, että diplomityön otsikko ei voisi toimia ydinkategoriana, koska se oli liian rajaava. Lopulta päädyttiin ydinkategoriaan nimeltä ”*Tietomallinnettava rakennushanke, sen rakennuttaminen ja suunnittelu*”. Tämä ydinkategoria ei toiminut kaikkien kategorioiden yläotsikkona, mutta se yhdisti kaikki kategoriat ympärilleen.

Tässä tutkimuksessa grounded theory –menetelmä toimi kvalitatiivisen tutkimusaineiston analysoinnin pohjalta suoritettavan teoreettisen tulkinnan muodostamisen viitekehyksenä. Tämä päätös perustui professori Kalle Kähkösen ohjaukseen ja alaluvun 4.1.2 lopussa esitettyyn kirjallisuuteen. Teoreettisen tulkinnan muodostuksen perustana oli se, että koodatun haastatteluaineiston tuli tukea muodostettua teoreettista tulkintaa samoin kuin jo olemassa oleva kirjallisuus täydensi sitä jo olemassa olevalla tiedolla. Teoreettinen tulkinta jäsenneltiin koodatun aineiston sekä kirjallisuuskatsauksen mukaisesti ja tulkintaan poimittiin tärkeimmät löydökset kummastakin.

Teoreettinen tulkinta sisältää tässä tutkimuksessa syntyneet tulokset, tulosten toimintatavan tutkimuksen rajoituksen ja oletuksien asettamisessa rajoissa sekä lopulta tutkimuksen johtopäätösten pohjan. Sekä tulokset että johtopäätökset ovat siis osa tässä tutkimuksessa laadittua teoreettista tulkintaa. Näistä kerrotaan lisää luvuissa viisi ja kuusi.

5 TIETOMALLINNETTAVAN RAKENNUS-HANKKEEN ORGANISOINNIN APUVÄLINEET TUTKIMUKSEN TULOKSINA

5.1 Tulosten laatiminen

5.1.1 Mihin tulosten sisältö ja muoto perustuu

Tutkimuksen konkreettisena päätavoitteena oli luoda suunnittelijoiden tietomalliohjeet rakennuttajakonsultin näkökulmasta. Haastatteluaineistoa analysoitaessa kuitenkin kävi ilmi, että yleispätevien tietomalliohjeiden laatiminen ei ole järkevää. Useat haastateltavat mainitsivat hankekohtaisten tietomalliohjeiden laatimisen ja tietomallintamisen hankekohtaisen määrittelyn olevan ainoa tapa toteuttaa tietomallinnettu hanke onnistuneesti. Useissa haastatteluissa tuli esille, että tietomallinnetuissa rakennushankkeissa sovelletut työskentelytavat, prosessit ja hankeosapuolikohtaiset roolit vaihtelivat hankekohtaisesti. Tämä johtuu siitä, että rakennushankkeet ovat projektiluontoisia, niiden tilaajilla on erilaisia tavoitteita ja yksittäisten suunnitteluyritysten työskentelytavat ja -tottumukset eroavat toisistaan. Wise Groupin diplomityön ohjaaja esitti, että Wise Groupin rakennuttamistoimialan rakennuttajakonsultit kaipaavat tietomallintamista käsittelevää käyttökelpoista ”työkalua”. Haastatteluaineistoon perustuvien havaintojen ja saadun ohjauksen perusteella pääteltiin, että tietomallintamiselle esitettävät vaatimukset ja ohjeista tulisi laatia dokumenttipohja, jota voitaisiin täyttää hankekohtaisesti jonkinlaisen käsikirjan avulla. Haastatteluaineistosta tehtyihin havaintoihin perustuen pääteltiin, että hankkeen tietomallintamista käsittelevät määrittelyt, vaatimukset ja ohjeet tulisi myös hajauttaa useampaan osaan sekä näin ollen eri dokumenttipohjiin. Kutakin dokumenttipohjaa käytettäisiin tällöin tietyssä hankevaiheessa.

Tässä tutkimuksessa käytetään yhteistä nimeä ”tulokset”, kun puhutaan kaikista tutkimuksessa muodostetuista dokumenttipohjista, käsikirjasta ja prosessikuvauksesta. Tutkimuksen tulokset koostuvat viidestä eri osasta, joita käsitellään kutakin erikseen alaluvuissa 5.2, 5.3, 5.4, 5.5. ja 5.6.

Dokumenttipohjia syntyi käsikirjan rinnalle kolme: tietomallistrategian dokumenttipohja, tietomalliohjeiden dokumenttipohja sekä tietomallintamisen aloituspalaverin pöytäkirjapohja. Hankkeen tietomallistrategia, tietomalliohjeet sekä tietomallintamisen aloituspalaverin pöytäkirja luodaan edellä luetellussa järjestyksessä dokumenttipohjien ja käsikirjan avulla. Prosessikuvaus rakennuttajakonsultin ja suunnittelijan välisestä tiedonvaihdesta tukee dokumenttipohjien avulla laadittavien asiakirjojen sekä käsikirjan käyttöä. Tuloksien kokonaisuutta on havainnollistettu kuvassa 5.1.

	Dokumenttipohjat varsinaisia asiakirjoja varten	Ohjeistaa varsinaisten asiakirjojen laatimiseen	Tukee ja havainnollistaa
Tarveselvitys	Tietomallistrategian dokumenttipohja	Käsikirja	
Hankesuunnittelu	Tietomalliohjeiden dokumenttipohja		
Suunnittelun valmistelu	Tietomallintamisen aloituspalaverin dokumenttipohja		
Ehdotus- suunnittelu			Prosessikuvaus rakennuttaja- konsultin ja suunnittelijan välisestä työstä
Yleissuunnittelu			
Rakennuslupa			
Toteutus- suunnittelu			

Kuva 5.1. Diplomityössä muodostetut dokumenttipohjat, käsikirja ja prosessikuvaus sekä ne hankevaiheet, joissa niitä on tarkoitus käyttää.

Käsikirjaa on tarkoitus käyttää rakennushankkeen tarve- ja hankesuunnitteluvaiheissa sekä suunnittelun valmisteluvaiheessa. Samoissa hankevaiheissa muodostetaan hankkeen tietomallintamista koskevat asiakirjat, kuvan 5.1 mukaisissa hankevaiheissa. Prosessikuvaus havainnollistaa hankkeen suunnitteluvaiheissa tapahtuvaa suunnittelijan ja rakennuttajakonsultin välistä tiedonvaihtoa.

5.1.2 Aineiston ja kirjallisuuden käyttäminen tuloksia laadittaessa

Grounded theory –menetelmän mukaisesti tulosten muodostaminen aloitettiin koodatus- ta haastatteluaineistosta. Aksiaalisessa koodauksessa löydetty aineiston kategorioiden yhtäläisyydet helpottivat tulosten muodostamista, sillä näin voitiin jäsenellä etenkin käsikirjan ja tietomalliohjeiden välisiä yhteyksiä. Aineistoa läpi käytäessä sieltä poimittiin tekstiä kuhunkin tuloksen osaan kategorioihin ja aineistossa olevan tekstin sisältöön perustuen. Aineistosta poimittu teksti muokattiin tutkimuksen tuloksille esitettyjen tavoitteiden vaatimaan muotoon.

Aineisto käytiin läpi kategoria kerrallaan. Kutakin kategoriaa tutkittaessa kirjattiin, mitkä muut kategoriat liittyivät käsiteltävään kategoriaan, jotta siihen osattiin viitata tulosten muissa osissa. Näin varmistettiin tulosten keskinäinen yhteensopivuus.

Haastatteluaineistossa esiintyneet hankekohtaiset, yksittäiset asiat käsiteltiin erilaisiksi tavoiksi tai vaihtoehtoiksi toteuttaa tietomallinnettu hanke, mikäli muu aineisto ei kumonnut näitä toteutustapoja. Tämä perustuu alaluvussa 5.1.1 mainittuun rakennushankkeiden projektikohtaisiin ominaisuuksiin. Tutkimuksessa ei tulkittu ristiriidaksi sitä, että joku haastateltava kertoi saman asian toteutettavan hieman eri tavalla kuin toinen haastateltava. Tällaisia vaihtoehtoisia, hyviksi koettuja toteutustapoja pyrittiin poimimaan käsikirjaan, jotta sen avulla voitaisiin valita kuhunkin rakennushankkeeseen sopiva menettely.

Mikäli tietyt menettelytavat toistuivat aineistossa useasti eikä niille esitetty vasta- väitteitä kyseisten menetelmien sopimattomuudesta, kyseiset käytännöt tulkittiin ”pakollisiksi” jokaisessa tietomallinnetussa hankkeessa. Pakollisuus ei tarkoittanut kuitenkaan sitä, että kyseinen menettelytapa olisi sopiva jokaiseen tietomallinnettuun rakennushankkeeseen. Pakollisiksi mielletyt asiat lisättiin pääasiassa tietomalliohjeiden ja tietomallintamisen aloituspalaverin dokumenttipohjiin.

Rakennuttajakonsultin ja suunnittelijan välisen työn prosessikuvauksen muodostaminen toteutettiin hieman eri tavalla verrattuna muiden tulosten laatimiseen. Prosessikuvausta laadittaessa verrattiin etenkin ryhmien A ja haastatteluaineistoista poimittuja kategorioita toisiinsa. Pohdittiin, mitä tietoa rakennuttajakonsultti tarvitsee työssään verrattuna siihen tietoon, jonka suunnittelija voi mallintaa. Vastaavasti arvioitiin asiaa suunnittelijan ja tämän tietotarpeiden näkökulmasta. Arvioinnin perusteella muodostettiin prosessikuvaus kahden ryhmän välillä tapahtuvasta tiedonvaihdesta.

Kun tulokset oli muodostettu haastatteluaineiston pohjalta, aineistoa verrattiin kirjallisuuskatsaukseen ja täydennettiin tuloksia kirjallisuuskatsauksen tiedoilla. Huomiota kiinnitettiin etenkin tietomalliohjeiden dokumenttipohjassa esitettyihin ”pakollisiin” vaatimuksiin ja tarkastettiin, löytyikö kirjallisuuskatsauksesta vaatimuksia puoltavia tai kumoavia väitteitä. Olemassa oleva kirjallisuus ei kumonnut yhtään tietomalliohjeissa esitettyä väittämää.

Grounded theory -menetelmän mukaisesti koodatusta haastatteluaineistosta ja sen avulla muodostetusta teoreettisesta tulkinnasta pyrittiin löytämään yhtäläisyyksiä kirjallisuuskatsaukseen vertaamalla näitä keskenään. Empirialähtöisen teoreettisen tulkinnan

ja tulosten osia vertailtiin tarkimmin samaa aihetta käsitteleviin kirjallisuuskatsauksen alalukuihin. Esimerkiksi suunnittelijoiden tehtäviä käsitteleviä tulosten osia vertailtiin tarkimmin alaluvussa 2.2 esitettyyn kirjallisuuteen.

Lisäksi tuloksia verrattiin HJR12 –tehtäväluetteloon ja suunnittelijoiden uusimpiin tehtäväluetteloihin (PS12, ARK12, RAK12 ja TATE12) Tällä toimenpiteellä pyrittiin varmistamaan tulosten käytettävyys oikeissa hankkeissa.

Kirjallisuuskatsauksen ja haastatteluaineiston välillä ei havaittu merkittäviä ristiriitoja kun huomioitiin rakennushankkeiden projektikohtaisuus etenkin hankkeiden vastuiden jakautumisessa. Esimerkiksi kirjallisuuskatsauksessa esitetty tietomallikoordinaattorin ja pääsuunnittelijan välinen vastuujako tulkittiin yhdeksi mahdolliseksi hankkeen toteutustavaksi, kun kirjallisuuskatsausta verrattiin tutkimuksen tuloksiin.

Koska haastatteluaineiston mukaan YTV2012:sta käytettiin monissa hankkeissa tietomallivaatimuksina tai –ohjeina, niin tutkimuksen tuloksia verrattiin YTV2012:sta ja tarkastettiin, ettei tuloksien ja YTV2012:sta välillä ollut ristiriitoja. Tuloksiin sisällytettiin se mahdollisuus, että YTV2012:sta voitaisiin käyttää tietomalliohjeiden dokumenttipohjan rinnalla.

5.2 Tietomallinnettavan rakennushankkeen käsikirja

Käsikirjan tarkoituksena on toimia rakennuttajakonsultin tukena sekä ohjeena tietomallinnettavan rakennushankkeen valmistelussa. Käsikirja listaa rakennuttajakonsultin tehtävät tietomallinnettavassa rakennushankkeessa ja hankkeessa tehtäviin päätöksiin vaikuttavat asiat. Käsikirja sisältää vaihtoehtoisia ratkaisuja tietomallintamiselle asetettujen tavoitteiden toteuttamiseksi. Käsikirja toimii siis eräänlaisena ”työkaluna”. Samalla käsikirja toimii myös muistilistana suoritettavista ja selvitettävistä asioista.

Käsikirjan päätarkoituksena on avustaa hankkeen tietomallintamiseen liittyvien dokumenttien laatimisessa, joista tärkein on hankekohtaiset tietomalliohjeet. Käsikirja avustaa käyttäjiänsä täyttämään dokumenttipohjiin oikeat hankekohtaiset merkinnät ja luomaan lopulliset hankekohtaiset dokumentit. Käsikirja on esitetty diplomityön liitteessä 8 (Liite 8: Käsikirja tietomallinnettavan rakennushankkeen läpikäyntiin).

5.2.1 Käsikirjan runko

Käsikirja sisältää tiivistetyssä muodossa tietomallinnettavan hankkeen valmistelun aikana suoritettavat tehtävät aina hankkeen tietomallintamispäätöksestä suunnittelu alkamiseen asti. Ajallisesti käsikirjan runko sijoittuu rakennushankkeen tarvesuunnitteluvaiheen lopun / hankesuunnitteluvaiheen alun ja suunnittelun valmisteluvaiheen lopun välille. Käsikirjan runkona toimii käsikirjan luku kaksi.

Käsikirjan rungon avulla päätetään ensimmäiseksi se, että tietomallinnetaanko kyseinen hanke vai ei. Käsikirja listaa tähän päätökseen vaikuttavat tekijät. Rakennuttajakonsultin tulee tunnistaa nämä tekijät ja niiden positiiviset tai negatiiviset vaikutukset tietomallintamisen käyttöön kyseisissä hankkeissa.

Jos hankkeen suunnittelu päätetään toteuttaa tietomallintamalla, laaditaan seuraavaksi hankkeessa tietomallistrategia. Käsikirja esittää tietomallistrategian dokumenttipohjan eri kohtien taustatiedot sekä neuvoo rakennuttajakonsulttia ja tilaajaa dokumenttipohjan täyttämässä. Lisäksi käsikirja käsittelee tietomallikoordinointiin liittyviin asioihin sekä tietomallikoordinoimisen tehtävien jakamiseen hankkeen eri osapuolien kesken. Käsikirja neuvoo hankekohtaisessa päätöksenteossa tietomallikoordinaattorin roolin ja aseman suhteen.

Käsikirjan rungon neljännessä osassa otetaan kantaa hankesuunnitelman laatimiseen. Käsikirja ohjeistaa tilamallin laatimiseen hankesuunnitelman tueksi. Käsikirja kertoo, minkälaiset tietomalliohjeet pelkän tilamallin laatimista varten tulee tehdä, mikäli suunnittelu halutaan kilpailuttaa uudelleen hankesuunnitteluvaiheen jälkeen.

Käsikirjan rungon viidennessä, kuudennessa ja seitsemännessä osassa perehdytään hankekohtaisten tietomalliohjeiden laatimiseen. Käsikirja käsittelee tietomalliohjeiden dokumenttipohjaan liittyviä asioita sekä neuvoo täydentämään oikeat merkinnät dokumenttipohjaan. Käsikirja esittelee tietomalliohjeiden laatimisessa huomioitavat asiat, keinoja suunnittelijoiden motivointiin sekä tietomalliohjeiden tarkastamistavan. Kahdeksannessa osassa perehdytään vain ja ainoastaan tietomalliohjeiden tarkastamiseen.

Käsikirjan rungon yhdeksäs osa käsittelee suunnittelutarjouspyyntöjen laatimista sekä tarjouspyynnön eri osia. Lisäksi tässä osassa käydään läpi suunnittelutarjouspyynnön ja suunnittelusopimuksen laatimisen prosessia.

Käsikirjan rungon viimeinen osa perehtyy tietomallintamisen aloituspalaverin asioihin sekä varsinaisen suunnittelutyön valmisteluun. Käsikirja ohjaa tekemään tarpeelliset täydennykset tietomallintamisen aloituspalaverin dokumenttipohjaan.

5.2.2 Käsikirjan tarkentavat osat – tietomalliohjeiden laatiminen käsikirjan avulla

Käsikirja sisältää rungon lisäksi kaksi tarkentavaa osaa, joiden avulla on tarkoitus toteuttaa varsinainen tietomalliohjeiden laatiminen. Nämä tarkentavat osat ovat käsikirjan luvut kolme ja neljä.

Käsikirjan luku kolme käsittelee tietomalliohjeiden sisältöä, eriteltynä tietomallien sisältöä koskeviin ohjeisiin sekä tietomallintamisen prosesseja koskeviin ohjeisiin. Käsikirja antaa neuvoja sekä ohjeita tietomalliohjeiden sisällön tarkempaan määrittelyyn, esimerkiksi mallintamisen aikatauluun sekä suunnitelmien yhteensovittamisen eri vaihtoehtoihin.

Käsikirjan neljäs luku kertoo tarkemmin tietomallintamisen eri hyödyntämiskeinosta sekä auttaa käsikirjan käyttäjää pohtimaan, miten tietomallistrategiassa valittuja hyödyntämiskeinoja tulisi soveltaa kyseisessä hankkeessa. Käsikirja esittelee esimerkiksi määrälaskennan tai valaistussimuloinnin eri suoritusvaihtoehtoja ja antaa rakennuttajakonsultille taustatietoa siitä, miten valita hankkeeseen parhaiten sopiva toimintatapa.

5.3 Tietomallistrategia

5.3.1 Tietomallistrategian laatiminen

Kirjallisuuskatsauksen ja haastatteluaineiston mukaan tietomalliohjeiden laatiminen pohjautuu hankkeen tietomallintamista koskeviin periaatepäätöksiin. Nämä periaatepäätökset tehdään ennen tietomalliohjeiden laatimista, tarveselvitysvaiheen lopussa tai hankesuunnitteluvaiheen alussa. Rakennuttajakonsultin näkökulmasta tietomalliohjeet perustuvat lisäksi tilaajan tarpeisiin. Tilaajan tarpeiden keräämiseksi ja tietomalliohjeiden pohjaksi laaditaan tietomallistrategia, joka toimii tilaajan ja rakennuttajakonsultin välisenä suunnitelmana siitä, mikä on tietomallintamisen tarkoitus hankkeessa. Strategialla tarkoitetaan perustavaa laatua olevaa toimintasuunnitelmaa.

Tietomallistrategia kuvaa rakennushankkeen tietomallintamisen periaatepäätökset sekä toimii ohjenuorana tietomalliohjeiden laatijalle. Tietomallistrategian avulla on tarkoitus jakaa monet hankesuunnitteluvaiheen aikaiset tehtävät eri vastuosapuolille.

Tutkimuksessa oletetaan, että tilaaja konsultoi rakennuttajakonsulttia, jotta tietomallistrategia saadaan laadituksi. Käsikirja auttaa rakennuttajakonsulttia tekemään oikeita päätökset tietomallistrategian kannalta. Rakennuttajakonsultti tekee tarvittavat merkinnot ja kirjaukset tietomallistrategian dokumenttipohjaan ja hyväksyttää strategian tilaajalla. Tietomallistrategian dokumenttipohja on diplomityön liitteenä 9 (Liite 9: Tietomallistrategia).

5.3.2 Tietomallistrategian sisältö

Tietomallistrategian dokumenttipohja jaettiin eri pääotsikoihin:

1. Tietomallintamisen hyödyntäminen ja tarkoitus hankkeessa
2. Tilaajan / rakennuttajan / käyttäjän asettamat tarpeet malleista ulossaatavalle tiedolle
3. Tietomallintamisen koordinoinnin tehtävät
4. Tilaajan / rakennuttajan / käyttäjän muu ohjeistus

Tietomallistrategian ensimmäisessä osassa rakennuttajakonsultti ja tilaaja yhdessä suunnittelevat, mihin tietomallintamista halutaan hankkeessa hyödyntää ja mikä on hankkeen tietomallintamisen tarkoitus. Tämä toteutetaan täyttämällä tietomallistrategian dokumenttipohjassa oleva taulukko, johon on listattu erilaisia tietomallintamisen hyödyntämiskeinoja. Tässä vaiheessa ei tarvitse määritellä tarkasti miten tietomallintamisen hyödyntäminen käytännössä toteutetaan, pelkkä kyllä / ei –päätös kutakin hyödyntämiskeinoa kohden riittää. Tietomallintamisen tarkoitus liittyy läheisesti tietomallintamisen hyödyntämiskeinoihin. Jos tietomallintamista halutaan hyödyntää esimerkiksi määrälaskentaan, niin kyseisen hankkeen yhtenä tietomallintamisen tarkoituksena on silloin saada parempia ja tarkempia tuloksia määrälaskennasta.

Tietomallistrategian toisessa osassa listataan kaikki ne tiedot tai tietotyypit, jotka tilaaja, rakennuttaja tai käyttäjä tarvitsee tietomalleista. Tietomalleista tarvittavat tiedot liittyvät tietomallistrategian osaan yksi, eli osien yksi ja kaksi pitää olla synkronoituna

keskenään. Jos esimerkiksi käyttäjä haluaa saada tietomalleista tiedon siitä, kuinka korkea lämpötila rakennuksen huoneessa X on kesäaikaan, tulee tietomallintamista hyödyntää tällöin sisäilmaolosuhdelaskentaan. Vastaavasti tietomallistrategian toiseen osioon täydennetään kaikki ne tiedot ja tietotyypit, jotka osioon yksi merkittyjen tietomallintamisen eri hyödyntämiskeinojen avulla saadaan selville.

Tietomallistrategian kolmannessa osassa jaetaan hankkeen eri osapuolten kesken ne tietomallikoordinoinnin tehtävät, jotka suoritetaan ennen suunnittelun aloittamista. Tehtävä- ja vastuujako voi toimia pohjana esimerkiksi tietomallikoordinaattorin tai pääsuunnittelijan kilpailuttamiselle. Tässä vaiheessa tulee päättää, otetaanko hankkeeseen erillinen tietomallikoordinaattori ja mikäli otetaan, niin minkä hankkeen osapuolen alaiseksi hänet sijoitetaan. On tärkeää huomata, että haastatteluaineiston mukaan myös tietomallintamiseen perehtyneet rakennuttajakonsultit voivat hoitaa tietomallikoordinoimisen tehtäviä tai toimia tietomallikoordinaattoreina. Suunnittelun aikana suoritettavat tietomallikoordinoimisen tehtävät jaetaan tietomalliohjeita laadittaessa, jolloin hankkeessa mahdollisesti jo mukana olevien tietomallikoordinaattorin tai pääsuunnittelijan vastuualueita voidaan kasvattaa. Wise Groupin rakennuttamistoimialan toimintamalliksi voitaisiin ajatella tietomallikoordinoimisen tehtävien sisältyvän pääsuunnittelijan tehtäviin, Wise Groupin rakennuttamistoimialan tehtäviin tai jonkun muun hankkeen osapuolen, kuten esimerkiksi ulkopuolisen tietomallikoordinaattorin, tehtäviin.

Tietomallistrategian neljänteen osaan kirjataan hankkeen tilaajalta, rakennuttajalta tai käyttäjältä saatu tietomallintamisen erikoisohjeistus. Rakennuttajakonsultin pitää selvittää onko edellä mainituilla tahoilla esimerkiksi yrityskohtaisia tietomallivaatimuksia, joita hankkeessa tulee noudattaa. Selvitetään, pitääkö hankkeen tietomallien olla yhteensopivia jonkin tilaajan, rakennuttajan tai käyttäjän tietojärjestelmän kanssa, esimerkiksi kiinteistönhallintajärjestelmän. Erikoisohjeet tai tietojärjestelmät voivat asettaa hankkeen tietomallintamiselle rajoituksia karsimalla pois jotkin toteutusvaihtoehdot.

5.4 Hankekohtaiset tietomalliohjeet

Tietomalliohjeiden dokumenttipohja toimii tärkeimpänä vastinparina käsikirjalle. Tietomalliohjeiden dokumenttipohja sisältää kaikki tietomallinnettavan rakennushankkeen pakolliset ja suositeltavat suunnittelijoiden tietomallivaatimukset sekä –ohjeet, joilla hankkeen suunnittelu toteutetaan. Tietomalliohjeiden dokumenttipohjaa täydennetään käsikirjan avulla tehdyillä hankekohtaisilla päätöksillä.

5.4.1 Tietomalliohjeiden muoto

Haastatteluaineiston perusteella tietomalliohjeiden noudattamiseen vaikuttaa suunnittelijoiden näkökulmasta ohjeiden selkeys sekä se, että vaatimukset ovat perusteltuja. Monen suunnittelijan mukaan tietomalliohjeiden pitää palvella koko hanketta. Ohjeista pitäisi myös pystyä ymmärtämään, miten ohjeet tuottavat hyötyä koko hankkeelle. Tästä syystä tietomalliohjeiden dokumenttipohja muotoiltiin sellaiseksi, että varsinaisten vaatimusten alle kirjoitettiin toteutustapaa koskevia syitä ja perusteluja. Tällä pyritään mo-

tivoimaan suunnittelijoita noudattamaan tietomalliohjeita sekä auttamaan heitä ymmärtämään tietomalliohjeet ohjeiden laatijan sekä hankkeen yhteisen hyödyn näkökulmasta. Useampi henkilö nosti haastatteluissa esille sen, että ohjeet eivät saa olla liian pitkiä.

Tietomalliohjeiden laatijan tulee käydä tietomalliohjeiden dokumenttipohja läpi ennen sen täyttämistä ja varmistaa, että kaikki dokumenttipohjassa esitetyt vaatimukset sopivat kyseessä olevaan rakennushankkeeseen. Teoreettisen tulkinnan mukainen tietomalliohjeiden dokumenttipohja on esitetty diplomityön liitteessä 10 (Liite 10: Tietomalliohjeet).

5.4.2 Tietomalliohjeiden sisältö

Alkuperäisen tutkimussuunnitelman mukaan hankkeen tietomalliohjeissa esitettäisiin vaatimuksia vain tietomallien sisällölle. Kirjallisuuskatsaus ja haastatteluaineisto kuitenkin tukivat ajatusta, että pelkillä tietomallien sisällöille asetetuilla vaatimuksilla varustetut tietomalliohjeet saattaisivat olla puutteelliset. Koska tutkimuksen päätavoitteena oli laatia tietomalliohjeet käytännön hankkeisiin, tietomalliohjeiden tavoitteita laajennettiin kattamaan myös tietomallintamiselle sekä sen sisältämille prosesseille asetetut vaatimukset.

Kirjallisuuskatsauksen ja haastatteluaineiston perusteella rakennushankkeiden tietomallien sisältö muuttuu ja kehittyy suunnittelun edetessä. Vastaavasti hankkeen eri osapuolten tietotarpeet muuttuvat hankkeen edetessä. Tämä tarkoittaa sitä, ettei kaikkia tietomalliohjeita sekä tietomallien sisällölle asetettuja vaatimuksia voida esittää ilman, että niitä eritellään eri hankevaiheisiin. Tästä syystä tietomalliohjeet jaettiin kahteen eri pääluokkaan: yleisiin ohjeisiin sekä hankevaiheittaisiin ohjeisiin.

Tietomalliohjeiden ensimmäinen luku, yleiset ohjeet, sisältää tietomallintamiselle sekä tietomalleille asetettuja vaatimuksia, jotka koskevat koko suunnitteluryhmää koko hankkeen ajan. Suuri osa näistä yleisistä ohjeista sellaisia, jotka vaativat täydennystä hankekohtaisesti tehtävien päätösten mukaan. Tässä tutkimuksessa laadittu tietomalliohjeiden dokumenttipohjan ensimmäinen luku sisältää seuraavat osiot:

- Tietomalliohjeiden tarkoitus ja merkitys
- Hankkeen tietomallintamisessa noudatettavat ohjeet ja tietomallintamisen tarkoitus hankkeessa
- Hankkeen tiedonsiirron ohjeet
- Suunnitelmien yhteensovitus
- Hankkeen osapuolten tietomallintamiseen liittyvät vastuut ja tehtävät
- Kokouskäytännöt
- Tietomallien sisältö
- Suunnittelun aikaiset tietomallintamisen koordinoinnin tehtävät

Tietomalliohjeiden toinen luku, hankevaiheittaiset ohjeet, sisältävät tietomallintamiselle ja tietomalleille asetettuja vaatimuksia, jotka on eritelty hankevaiheiden ja hankkeen osapuolten mukaan. Ohjeet eivät voi olla kaikille hankkeen osapuolille samat, koska eri suunnittelualat suorittavat erilaisia toimintoja eri hankevaiheiden aikana ja heidän tietomallinsa sisältävät eri asioita. Hankkeen eri osapuolille asetettavien ohjeiden

pitää muodostaa kussakin hankevaiheessa toisiaan täydentävä kokonaisuus. Esimerkiksi jos rakennuttajakonsultti laatii hankkeen yleissuunnitteluvaiheessa kustannusarvion tietomallien pohjalta, tulee kaikkien suunnittelualojen tietomalleille tässä hankevaiheessa asettaa sellaiset vaatimukset, että tietomallipohjainen kustannusarvio onnistuu.

Tietomalliohjeiden dokumenttipohjan toinen luku sisältää hyvin vähän niin sanottuja kiinteitä vaatimuksia, jotka olisivat samoja hankkeesta riippumatta. Lopullisten ja täydennettyjen tietomalliohjeiden toisen luvun sisältö vaihtelee suuresti eri hankkeiden välillä kussakin hankkeessa tehtävien päätösten perusteella.

5.4.3 Tietomalliohjeiden laatiminen

Tietomalliohjeet laaditaan hankkeen suunnittelijoita varten, mutta ne sisältävät ohjeita myös rakennuttajakonsultille, mahdolliselle tietomallikoordinaattorille ja urakoitsijalle. Kaikkien osapuolten ohjeet on syytä pitää samassa dokumentissa, sillä näin esimerkiksi ohjeita lukeva yksi suunnitteluala voi ymmärtää oman roolinsa kokonaisuudessa nähdessään, mitkä ovat hankkeen muiden osapuolien vastuut, velvollisuudet sekä tehtävät.

Tietomalliohjeet laaditaan ennen suunnittelutarjouspyyntöjen lähettämistä ja ne liitetään suunnittelutarjouspyyntöihin. Vastaavasti myös tietomallikoordinaattoria tai urakoitsijaa koskevat tietomalliohjeet on syytä liittää näiden osapuolten tarjouspyyntöihin.

5.5 Tietomallintamisen aloituspalaveri

Ennen tietomallintavan suunnittelun aloitusta järjestetään tietomallintamisen aloituspalaveri. Tässä kokouksessa kirjataan ne suunnittelijoiden asiat, joita ei määritelty vielä tietomalliohjeissa, koska tietomalliohjeita laadittaessa eri suunnitteluosapuolia ei ollut vielä tiedossa. Tällaisia asioita ovat esimerkiksi suunnittelutoimistojen käyttämät tietomalliohjelmat ja niiden versiot sekä käytettävät nimikkeistöt ja kuvatavat. Monet tietomallintamisen aloituspalaverissa sovittavista hankkeen eri osapuolten välisistä yhteisistä toimintatavoista ovat sellaisia, että myös suunnittelijoiden on syytä päästä vaikuttamaan niihin. Tällaisia asioita ovat muun muassa mallien origot sekä suunnitelmien ja tietomallien yhteensovitusprosessin toiminta.

Tietomallintamisen aloituspalaverin dokumenttipohja ei sisällä juurikaan vaihtoehtoisia toimintatapoja, sillä se on järjestyksessä viimeiseksi täytettävä dokumenttipohja. Kaikki hankkeen kannalta merkittävät ratkaisut on jo tehty ennen tietomallintamisen aloituspalaveria. Aloituspalaverin dokumenttipohja sisältää hankkeen eri osapuolten kesken läpikäytäviä päätöskohtia, jotka kirjataan kokouspöytäkirjaan. Tietomallintamisen aloituspalaverin dokumenttipohja toimii muistilistana hankekohtaisesti sovittavista asioista ja tehtävistä päätöksistä sekä samalla kokouspöytäkirjan pohjana.

Suunnittelijoiden haastatteluista kerätystä aineistossa nousi esiin, että tietomalliohjeet eivät saa olla liian yksityiskohtaisia ja säännellä suunnittelijoiden työtä liian tarkasti. Tämän tulisi korostua tietomallintamisen aloituspalaverissa – rakennuttajakonsultin ei pidä pyrkiä yksinoikeudella sanelemaan kaikkia noudatettavia käytäntöjä ilman painavia perusteita. Tällaisia käytäntöjä voivat ovat esimerkiksi suunnittelutoimistojen

käyttämät nimikkeistöt tai suunnittelutoimistojen käyttämät tietomalliohjelmat. Tutkimuksessa laadittu tietomallintamisen aloituspalaverin dokumenttipohja on esitetty diplomityön liitteenä 11 (Liite 11: Tietomallintamisen aloituspalaveri).

5.6 Prosessikuvaus rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden välisestä työstä

Prosessikuvauksen tarkoituksena on kuvata rakennuttajakonsultin ja suunnittelijan välinen tiedonvaihtorajapinta tietomallinnettavan hankkeen aikana. Lisäksi prosessikuvauksen tarkoituksena on tukea käsikirjan ja dokumenttipohjien käyttöä ja havainnollistaa niissä esitettyjä asioita.

Tulosten jako käsikirjaan ja dokumenttipohjiin vaikutti prosessikuvauksen laatimiseen. Prosessikuvauksen laatimiseen liittyi haaste, joka johtui rakennushankkeiden projektikohtaisuudesta: miten kuvata prosessi, joka on jokaisessa hankkeessa hieman erilainen. Tästä syystä prosessikuvauksessa esitetään vain sellaisia asioita, jotka toteutuvat jokaisessa hankkeessa, joissa käsikirjaa ja dokumenttipohjia käytetään.

Prosessikuvaus on jaettu kirjallisuuskatsauksen alaluvussa 2.1 esitettyihin hankevaiheisiin. Prosessikuvauksessa esitetyt nuolet kuvaavat tiedon liikkumissuuntaa. Eri hankevaiheiden prosessikuvaukset on esitetty diplomityön liitteissä 12-17 (Liitteet 12-17: Prosessikuvaus).

Hankkeen alkuvaiheessa rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden välinen vuorovaikutus on hankesuunnitelman tekoa sekä siihen liittyvää suunnittelun ohjausta. Prosessikuvauksessa oletetaan, että hankesuunnittelu on jo kilpailutettu aiemmin. Hankesuunnitelman ollessa valmis tiedonvaihto konsultin ja suunnittelijan välillä keskittyy suunnittelun kilpailuttamiseen ja suunnittelusopimuksen solmimiseen. Suunnittelun valmisteluvaiheessa rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden välinen tiedonvaihto keskittyy suunnittelun ohjeistamiseen, suunnittelun aloituskokoukseen ja tietomallintamisen aloituspalaveriin ja siellä sovittaviin käytännön asioihin.

Rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden välinen tiedonvaihto on sekä ehdotus-, yleis- että toteutussuunnitteluvaiheessa pitkälti samankaltaista. Suunnittelijat mallintavat tietomalliohjeiden mukaisesti ja rakennuttajakonsultti valvoo itse tietomalliohjeiden noudattamista tai huolehtii valvomisesta. Suunnittelijat tuottavat tietoa rakennuttajakonsultin saataville ja tämä hyödyntää saamaansa tietoa suunnittelun ohjauksessa. Kummatkin osapuolet osallistuvat hankkeen aikana järjestettäviin suunnittelukokouksiin sekä suunnittelijapalaveriinkin. Nämä palaverit ovat tärkeitä osapuolten välisen tiedonvaihdon kannalta. Rakennuslupavaiheen tietomallintamiseen liittyvä tiedonvaihto konsultin ja suunnittelijan välillä koostuu lähinnä rakennuslupa-asiakirjojen teettämisestä tietomallin pohjalta.

5.7 Tulosten testaus, tarkastelu ja arviointi

5.7.1 Tulosten ulkopuolinen testaus

Tutkimuksen tuloksia testattiin tarkastuttamalla käsikirja, tietomallistrategian dokumenttipohja, tietomalliohjeiden dokumenttipohja ja tietomallintamisen aloituspalaverin dokumenttipohja Wise Groupin henkilökunnalla. Tarkastajat koostuivat haastatteluryhmien A ja B jäsenistä. Tarkastajat eivät arvioineet prosessikuvausta. Tämä johtui siitä, että prosessikuvausta ei ollut tarkoitus hyödyntää Wise Groupin laatu järjestelmässä ja sen tuli vain tukea sekä havainnollistaa muita tuloksia.

Tarkastamisella tavoiteltiin mahdollisten virheiden poistamista ja tulosten luotettavuuden lisäämistä. Koska Wise Groupin tavoitteena oli hyödyntää tutkimuksen tuloksia omassa laatu järjestelmässään sekä soveltaa tuloksia oikeissa rakennushankkeissa, oli tulosten virheettömyys ja luotettavuus ensiarvoista.

Kolmea rakennuttajakonsulttia pyydettiin tarkastamaan sekä käsikirja että sen avulla täytettävät kolme dokumenttipohjaa. Yksi näistä kolmesta rakennuttajakonsultista oli osallistunut tutkimuksen haastatteluun ryhmän A jäsenenä.

Lisäksi kahta suunnittelijaa pyydettiin tarkastamaan tietomalliohjeiden dokumenttipohja sekä tietomallintamisen aloituspalaverin dokumenttipohja. Kumminkin suunnittelijat olivat osallistuneet tutkimuksen haastatteluihin ryhmän B jäseninä. Toinen suunnittelijoista oli RAK-suunnittelija ja toinen LVI-suunnittelija. Tutkimuksessa ei ollut mahdollisuutta tarkastuttaa tutkimuksen tuloksia arkkitehti- tai sähkösuunnittelijalla.

Kolmea edellä mainittua rakennuttajakonsulttia pyydettiin arvioimaan, voisivatko he hyödyntää tietomallintamista tai hankkeeseen luotuja tietomalleja omissa työtehtävissään, jos hankkeen suunnitteluun käytettäisiin tutkimuksen tuloksena laadittua käsikirjaa sekä dokumenttipohjia. Kahta edellä mainittua suunnittelijaa pyydettiin puolestaan arvioimaan, voisiko rakennuttajakonsultti laatia käsikirjan ja dokumenttipohjien avulla toimivat hankekohtaiset tietomalliohjeet sekä pöytäkirjan pohjan tietomallintamisen aloituspalaveriin.

Tulosten ulkopuolisina tarkastajina toimi yhteensä viisi henkilöä. Edellä mainittuja pyydettiin arvioimaan seuraavia asioita:

- Olivatko jotkin ohjetekstit dokumenteissa itsestään selviä tai turhia?
- Jäivätö jotkin asiat dokumenteissa epäselviksi?
- Ovatko tietomalliohjeet hyödynnettävissä suunnittelusopimuksissa?
- Voisivatko tietomalliohjeet toimia muistilistana tietomallien tarkastamiseen?

Lisäksi tarkastajia pyydettiin arvioimaan yleisesti tulosten käyttökelpoisuutta sekä niiden sovellusmahdollisuuksia oikeissa rakennushankkeissa. Kaikki tarkastajina toimineet henkilöt suorittivat tarkastustyönsä toisistaan riippumattomasti.

5.7.2 Tulosten ulkopuolisesta testauksesta saatu palaute

Ulkopuolisesta tulosten tarkastuksesta saatiin pääasiassa palautetta koskien tuloksien alkuperäisissä versioissa epäselviksi jääneitä asioita. Ulkopuoliset tarkastajat antoivat

hyviä kehitysehdotuksia koskien käsikirjassa ja dokumenttipohjissa annettuja ohjeita. Lähes kaikki muutosehdotukset toteutettiin.

LVI-suunnittelijan palautteen pohjalta täsmennettiin tietomalliohjeissa epäselviksi jääneitä ohjeita sekä korjattiin joitain virheitä. LVI-suunnittelijan palautteen avulla tehtiin yleisiä lisäyksiä tietomalliohjeiden ja tietomallintamisen aloituspalaverin dokumenttipohjiin.

RAK-suunnittelijan antaman palautteen mukaan tietomalliohjeiden dokumenttipohjaa ja tietomallintamisen aloituspalaverin dokumenttipohjaa pystyy hyvin käyttämään oikeissa hankkeissa. RAK-suunnittelija ei löytänyt tietomalliohjeista tai aloituspalaverin dokumenttipohjasta mitään korjattavaa. RAK-suunnittelija pyysi kuitenkin kiinnittämään huomiota reikä- ja varaussuunnittelun selkeään ohjeistamiseen tietomalliohjeiden dokumenttipohjaa täydennettäessä.

Rakennuttajakonsulttien palautteen perusteella tuloksista muodostui käyttökelpoinen kokonaisuus, jota voidaan soveltaa oikeissa hankkeissa. Konsultit totesivat, että käsikirjan läpikäyminen saattaa viedä paljon aikaa. Samalla kuitenkin todettiin, että esimerkiksi käsikirjan johdanto-lukua ei tarvitse lukea useasti ja käsikirjassa on paljon asioita, jotka muutaman käyttökerran jälkeen muistaa ulkoa. Palautteen mukaan käsikirjassa ei esiintynyt asiavirheitä eikä myöskään ylimääräistä tekstiä.

Yhden rakennuttajakonsultin mukaan käsikirjan voisi muuttaa myös yksinkertaiseksi tietokoneohjelmaksi, joka täyttäisi dokumenttipohjiin oikeat tekstit sen perusteella, miten ohjelman käyttäjä tekee valintoja tai päätöksiä hänelle esitettyihin tehtäviin.

Yhden rakennuttajakonsultin mukaan valmiista tietomalliohjeista tulisi olla esimerkkidokumentti verrattuna siihen, mitä valintoja käsikirjassa on tehty. Tämä havainnollistaisi valintojen vaikutusta tietomalliohjeisiin ja tietomalliohjeiden luomisen prosessia.

5.7.3 Tulosten arviointi tutkijan toimesta

Alkuperäisiin tavoitteisiin ja tutkimussuunnitelmaan verrattuna tässä tutkimuksessa laaditut tulokset ovat laajempia kuin mitä alun perin suunniteltiin. Tämä johtuu osaltaan puutteellisista tiedoista tutkimuksen sisältöä suunniteltaessa. Voidaan todeta, että tutkimuksessa saatiin laadittua kaikki alkuperäisissä tavoitteissa esitetyt dokumentit.

Tulosten laatu oli tutkijan mielestä parempi kuin mitä hän itse diplomityötä aloittaessaan oletti saavansa aikaan. Tähän auttoi monipuolinen ja laaja haastatteluaineisto sekä ulkopuolisesta tulosten tarkastuksesta saatu palaute. Lisäksi rajaukset auttoivat käsittelemään aihetta kokonaisvaltaisesti.

Käsikirjan näkökulmaa on hankala muuttaa ja siksi käsikirjaa on hankala yleistää jonkin muun osapuolen avuksi ilman muutoksia. Dokumenttipohjia sen sijaan voidaan yleistää hyvin erilaisiin hankkeisiin, koska se oli yksi tutkimuksen tavoitteista. Yleistettäessä dokumenttipohjia urakoitsijajohtoisiin hankkeisiin tulee kuitenkin noudattaa varovaisuutta ja huomioida tutkimuksessa käytetyt rajaukset ja tutkimuksen rajoitteet. Tuloksia ei voida soveltaa infra-alan hankkeisiin ilman suuria muokkauksia.

Tuloksia yleistettäessä on kuitenkin otettava huomioon grounded theory –menetelmällä luodun teoreettisen tulkinnan vajavaisuus. Ennen laajempaa yleistämistä tulokset tarvitsevat tuekseen lisätutkimusta, jolla todennetaan niiden toimivuus. Tulosten oikeellisuus, virheettömyys ja käytettävyys tulee vielä erikseen arvioida käytännön rakennushankkeissa, jonka jälkeen tuloksia tulee tarpeen vaatiessa korjata ja muuttaa.

Tutkimusta tehtäessä löydettiin hyvin vähän kirjallisuuslähteitä siitä, minkälaiset tutkimuksen tuloksina laadittavien dokumenttipohjien tulisi olla. Lähdeviitteitä etsittiin sekä suomeksi että englanniksi erilaisista yliopistokirjastojen tietokannoista ja kirjoista, tutkimusartikkeleista, lehdistä sekä erilaisista internet-lähteistä. Osa tutkimuksista tai kirjoista luettelivat asioita, joita esimerkiksi tietomalliohjeiden tulisi sisältää tai joita tietomallintamisen aloituspalaverissa tulisi käsitellä. Yksikään ei silti esittänyt kyseisille dokumenteille selkeää tai laajaa pohjaa, jossa olisi valmista ja käytettävissä olevaa tekstiä. Tästä näkökulmasta tarkasteltuna tutkimuksen tulokset saattavat olla käytännön työn tekemisen kannalta merkittäviä. Wise Groupin rakennuttamistoimialalla ei ollut aikaisemmin dokumenttipohjia eikä ohjeita tietomallihankkeita varten, joten työkalut ja dokumenttipohjat tulevat käytännön tarpeeseen. Tuloksena laaditulle käsikirjalle löydettiin vain yksi vastaavan tyyppinen dokumentti, YTV2012 osa 11. Tämä ohje käsitteli tietomallinnettavan projektin johtamista kuitenkin yleistäen rakennuttamisen näkökulmasta, eikä niinkään rakennuttajakonsultin näkökulmasta.

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Hankekohtaiset tietomalliohjeet osana sopimusasiakirjoja

6.1.1 Tietomalliohjeet suunnittelutarjouspyynnöissä ja suunnittelusopimuksissa

Kaikki haastatellut olivat sitä mieltä, että tietomalliohjeiden, tietomallintamiselle esitetävien vaatimusten tai tietomalleille asetettujen määrittelyjen tulisi olla osa tilaajan ja suunnittelijan välistä suunnittelusopimusta. Lisäksi vastaavia näkemyksiä löytyi kirjallisuudesta. Johtopäätöksenä on se, että kaikissa tietomallinnettavissa rakennushankkeissa tietomalliohjeet tulisi liittää hankkeessa tehtäviin suunnittelusopimuksiin.

Jos rakennushankkeen jonkin asiakirjan tulee olla osana sopimusta, on sen myös silloin oltava myös osana tarjouspyyntöä. Johtopäätöksenä esitetään, että tietomalliohjeet tulisi myös lisätä suunnittelijaehdokkaille lähetettäviin tarjouspyyntöihin.

Suunnittelutarjouspyyntöihin tulisi lisätä kohta, jossa mainitaan, että rakennushankkeen suunnittelu tehdään tietomallintamalla ja tietomallintamiselle esitetyt vaatimukset ovat tarjouspyynnön liitteinä olevassa tietomalliohjeissa. Kaikissa tietomallinnettavissa rakennushankkeissa tulisi käyttää suunnittelijoiden uusimpia RT-pohjaisia tehtäväluetteiloita (PS12, ARK12, RAK12 ja TATE12), sillä vanhat tehtäväluettelot eivät viittaa tietomallintamiseen lainkaan.

Tietomalliohjeet tulisi sijoittaa suunnittelutarjouspyyntöön dokumenttien tärkeysjärjestyksessä toiseksi liitteeksi. Tarjouspyynnön ensimmäinen liite on suunnittelijoiden lähtötiedot kuten esimerkiksi hankesuunnitelma ja olemassa olevien piirustukset. Mikäli hankkeeseen on laadittu erillinen suunnitteluohje, se voidaan sijoittaa tapauskohtaisesti tietomalliohjeiden edelle, jolloin tietomalliohjeet olisivat tarjouspyynnön kolmas liite. Suunnittelijoiden tehtäväluettelot tulisi asettaa tietomalliohjeiden jälkeen seuraavaksi liitteeksi. Tehtäväluetteloiden jälkeen tarjouspyyntöön tulisi asettaa noudatettavat sopimusehdot, eli tässä tapauksessa KSE 2013. Viimeiseksi tarjouspyynnön liitteeksi on syytä asettaa YTV2012 –ohje niiltä osin, kuin sitä kyseisessä hankkeessa noudatetaan.

Suunnittelusopimuksia laadittaessa suunnittelutarjouspyyntö tulisi asettaa liitteineen sopimuksen ensimmäiseksi liitteeksi. Näin myös tietomalliohjeet tulisivat automaattisesti osaksi suunnittelusopimuksia ja niiden tärkeysjärjestys olisi suunnittelusopimuksessa sopivalla tasolla. Suunnittelijan jättämä tarjous tulisi jättää suunnittelutarjouspyynnön jälkeiseksi liitteeksi. Mikäli suunnittelijan, tilaajan ja rakennuttajakonsultin kesken käydään suunnittelusopimuksen sekä sen liitteiden sisältöä koskevia neuvottelu-

ja, tulisi näistä neuvotteluista laadittava tarjousneuvottelupöytäkirja liittää suunnittelu-sopimuksen ensimmäiseksi liitteeksi ennen suunnittelutarjouspyyntöä.

Kun edellä mainittuja tutkimuksen yhteenvetoja sovelletaan Wise Groupin rakennut-tamistoimialaan, ei Wise Groupin tarvitse muuttaa sen nykyisiä suunnittelutarjouspyyn-töpohjia tietomallinnettavia hankkeita varten muuten kuin pieniä täydennyksiä tekemäl-lä. Suositellaan, että Wise Group jatkaa uusimpien RT-suunnittelusopimus pohjien käyt-töä.

6.1.2 Tietomalliohjeiden vaikutus suunnittelijoiden sitoutumiseen ja suunnittelijoiden mahdolliseen vaihtamiseen kesken hankkeen

Johtopäätöksenä esitetään, että rakennuttajakonsultin tulee panostaa hankekohtaiseen tietomalliohjeiden laatimiseen. Lisäksi rakennuttajakonsultin tulisi varmistaa, että myös suunnittelijat suhtautuvat tietomalliohjeisiin sekä tietomallintamisen aloituspalaverissa sovittuihin asioihin sopivalla vakavuudella. Suunnittelijoille tulee painottaa sitä, että ohjeet on luotu nimenomaan kyseistä hanketta varten ja että ohjeiden noudattamista tullaan valvomaan. Suunnittelijoiden tulisi ymmärtää, että tietomalliohjeet ovat hank-keen yhteiset ”pelisäännöt” ja että ne sisältävät vaatimuksia, eivät suosituksia.

Mitä tarkempi tietomalliohjeissa esitetty vaatimus on, sitä yksiselitteisempää on ver-rata, onko suunnittelija suorittanut työnsä ohjeiden mukaisesti. Osana suunnittelusopi-musta tietomalliohjeet sitovat kaikki suunnittelijat samoihin käytäntöihin ja asettavat työlle raamit. Tietomalliohjeilla ei kuitenkaan ole tarkoitus eikä niillä pystytäkään te-kemään suunnittelijoiden työstä niin yksiselitteistä, että suunnittelijalle jäisi vain yksi ainoa käytännön toteutusvaihtoehto. Suunnittelijoille tulee jättää myös luovuuden vapa-us.

Tietomalliohjeita täsmennetään edelleen tietomallintamisen aloituspalaverissa. Ala-luvussa 5.5 mainitun mukaisesti suunnittelijoiden pitää kuitenkin päästä vaikuttamaan aloituspalaverissa sovittaviin asioihin, koska suunnittelutoimistoilla on omia sisäisiä käytäntöjä, joita he eivät voi muuttaa jokaista hanketta varten.

Tietomallintavan suunnittelun tietotekninen monimutkaisuus saattaa tehdä tietomal-lipohjaisessa hankkeessa suunnittelijan mahdollisesta vaihtamisesta kesken hankkeen haastavampaa kuin 2D-suunnittelulla toteutettavassa hankkeessa. Eri suunnittelutoimis-toilla voi olla käytössään eri tietomalliohjelmia sekä eri versioita kyseisistä ohjelmista. Eri tietomalliohjelmat avaavat huonosti toisten tietomalliohjelmien natiivimuotoisia tietomalleja, joten natiivimallin siirto suunnittelutoimistolta toiselle ei aina ole helppoa. .ifc-tiedostojen muokattavuusominaisuudet ovat rajalliset, joten jonkun muun tekemän suunnittelutyön jatkaminen pelkän .ifc-tiedoston pohjalta tuottaa haasteita. Lisäksi tie-tyt tietomalliohjelman uudella versiolla tehdyn tietomallin avaaminen voi olla haasta-vaa saman ohjelman vanhemmalla versiolla. Suunnittelutoimistojen omat sisäiset työ-skentelytavat sekä suunnittelutoimistojen käyttämien tietomalliohjelmien objekti kirjastot eroavat myös usein toisistaan.

Tietomalliohjeissa ja tietomallintamisen aloituspalaverissa määritellään tietomallien sisältö sekä käytännöt, joilla mallit laaditaan. Edellä mainituista syistä ohjeita ja palave-

riassa sovittavia asioita ei voida kuitenkaan esittää niin tarkasti, etteikö suunnittelijoiden vaihtamisessa kesken hankkeen esiintyisi edelleen hankaluuksia vaikka tietomalliohjeita käytettäisiinkin ja tietomallintamisen aloituspalaverissa sovittuja asioita noudatettaisiin.

Tietomalliohjeiden ja tietomallintamisen aloituspalaverin yhteisillä säännöillä pyritään helpottamaan suunnittelua sekä eri osapuolien toimintaa ja siten sitouttamaan suunnittelijat hankkeeseen entistä paremmin. Vaikka tietomalliohjeilla ja aloituspalaverissa suunnittelutyön sääntely asettaakin hankkeen mallintamiselle raamit, ei suunnittelijoita kannata vaihtaa tietomallipohjaisessa hankkeessa kesken hankkeen muuten kuin äärimmäisissä tapauksissa.

6.2 Tietomallistrategia, tietomalliohjeet ja tietomallintamisen aloituspalaveri prosessina rakennuttajakonsultin näkökulmasta

Tämän tutkimuksen tuloksien mukaan hankkeessa laaditaan ensin tietomallistrategia, sitten tietomalliohjeet ja lopuksi pidetään tietomallintamisen aloituspalaveri. Näiden kolmen dokumentin laatimisprosessi toimii aina samassa järjestyksessä ja hankkeen tietomallintamista koskevat määrittelyt tarkentuvat prosessin loppua kohden.

Prosessin ensimmäistä askelta eli tietomallistrategian laatimista, rajoittaa se, mihin tietomallintamisella nykypäivänä pystytään. Tietomallistrategia laaditaan perustuen tilaajan tavoitteisiin sekä olemassa oleviin vaihtoehtoihin perusratkaisuihin. Samalla tietomallistrategia luovat pohjan tarkemmalla tietomallintamisen määrittelylle, tietomalliohjeille. Tietomalliohjeet laaditaan hankekohtaisesti, ne liitetään suunnittelutarjouspyyntöihin ja –sopimuksiin ja niitä täsmennetään tietomallintamisen aloituspalaverissa. Tietomalliohjeiden elinkaari jatkuu koko hankkeen suunnittelun ajan ohjeiden noudattamisen valvonnalla. Tietomalliohjeiden elinkaari päättyy vasta kun hanke päättyy.

Tässä tutkimuksessa laaditut tulokset tiivistettiin rakennuttajakonsultille sopivaan prosessiin. Tämä prosessi toimii tutkimuksen tulosten yhteenvetona rakennuttamisen näkökulmasta. Tulosten yhteenvedon esittävä prosessi kuvaa myös sitä, millaiseksi rakennuttajakonsultin rooli nähtiin tietomallinnettavassa hankkeessa ja miten tutkimuksen tuloksena laaditut dokumenttipohjat (tietomallistrategia, tietomalliohjeet sekä tietomallintamisen aloituspalaveri) vievät hanketta eteenpäin.

Tämä tutkimuksen tulokset tiivistävä prosessi ohjaa konsultin tuottamaan tilaajalähtöistä palvelua. Prosessi tähtää viime kädessä siihen, että hankkeen tietomallintaminen on hyvin määritelty ja mietitty ennen suunnittelun aloitusta. Prosessin noudattaminen auttaa myös rakennuttajakonsulttia itseään määrittelemään mallintamisen prosessin sellaiseksi, että konsultti voi itse hyödyntää tietomallintamista työssään. Prosessia on havainnollistettu kuvassa 6.1.

OLEMASSAOLEVAT LAIT JA SÄÄDÖKSET, OSAPUOLTEN VAKIINTUNEET TEHTÄVÄT, OSAPUOLTEN OSAAMISTASO, RESURSSIT, TIETOMALLIOHJELMIEN KYVYT JA OMINAISUUDET JA TUNNETUT TYÖSKENTELYTAVAT ASETTAVAT MAHDOLLISUUDET SEKÄ RAJOITTEET TIETOMALLINTAMISEN HYÖDYNTÄMISELLE RAKENNUSHANKKEISSA



TILAAJAN TAVOITTEET JA TARPEET ASETTAVAT LÄHTÖKOHDAT HANKKEEN MALLINTAMISELLE: MIKÄ ON TIETOMALLINTAMISEN TARKOITUS HANKKEESSA JA MITÄ TIETOA MALLEISTA HALUTAAN SAADA ULOS? TILAAJAN TAVOITTEIDEN JA TARPEIDEN POHALTA LUODAAN TIETOMALLISTRATEGIA



TIETOMALLISTRATEGIASSA VALITUT PERUSRATKAISUT ASETTAVAT LISÄÄ RAJOITTEITA SEKÄ VAATIMUKSIA TIETOMALLIEN SISÄLLÖILLE SEKÄ TIETOMALLINTAMISESSA SOVELLETTAVILLE TYÖSKENTELYTAVOILLE JA PROSESSEILLE. RAKENNUTTAJAKONSULTTI LUO NÄIDEN REUNA-EHTOJEN PERUSTELLA HANKEKOHTAISET TIETOMALLIOHJEET, JOILLA PÄÄSTÄÄN TILAAJAN TAVOITTEISIIN JA TUOTETAAN HYÖTYÄ HANKKEELLE RAKENNUSTAMISEN NÄKÖKULMASTA. TIETOMALLIOHJEET HYVÄKSYTETÄÄN TILAAJALLA



KILPAILUTETAAN TIETOMALLINTAMISEN SUORITUS ELI SUUNNITTELU TIETOMALLIOHJEILLA LISÄÄMÄLLÄ OHJEET SUUNNITTELIJOIDEN TARJOUSPYYNTÖIHIN. TIETOMALLIOHJEET LIITETÄÄN TILAAJAN JA SUUNNITTELIJAN VÄLISIIN SUUNNITTELUSOPIMUKSIIN



KUN SUUNNITTELURYHMÄ ON KOOTTU, TÄSMENNETÄÄN TIETOMALLIOHJEITA YHTEISILLÄ PELISÄÄNNÖILLÄ JA SOVELLETTAVILLA KÄYTÄNNÖILLÄ TIETOMALLINTAMISEN ALOITUSPALAVERISSA



VEDÄÄN HANKKEEN SUUNNITTELU LÄPI TIETOMALLIOHJEITA JA ALOITUSPALAVERISSA SOVITTUJA KÄYTÄNTÖJÄ NOUDATTAEN JA VALVOEN. VARMISTETAAN, ETTÄ TIETOMALLEISTA SAADAAN ULOS TILAAJAN TARVITSEMA TIETO

Kuva 6.1. *Hankkeen tietomallidokumenttien laatimisen prosessi rakennuttajakonsultin näkökulmasta*

Kuva 6.1 perustuu diplomityössä laadittuun haastattelututkimukseen, teoreettiseen tulkintaan, tutkimuksen tuloksiin, käsikirjan ja dokumenttipohjien ulkopuoliseen testaukseen sekä diplomityöstä vedettyyn yhteenvetoon. Prosessin ensimmäinen vaihe luo perustan tietomallistrategian, tietomalliohjeiden ja tietomallintamisen aloituspalaverin dokumenttipohjille: mitkä ovat tietomallintamisen rajoitteet ja mahdollisuudet. Prosessin toisessa vaiheessa rakennuttajakonsultti suunnittelee tilaajan kanssa hankkeen tieto-

mallintamisen tavoitteet ja lähtökohdat, tietomallistrategian. Prosessin kolmannessa vaiheessa rakennuttajakonsultti muuntaa tilaajan tavoitteet teknisiksi vaatimuksiksi, hankekohtaisiksi tietomalliohjeiksi. Prosessin neljännessä vaiheessa rakennuttajakonsultti toteuttaa suunnittelijoiden kilpailutuksen ja suunnittelusopimusten laatimisen lisä-ten luodut tietomalliohjeet osaksi näitä toimenpiteitä. Viidennessä vaiheessa prosessia hankkeen tietomallintamista koskevat säännöt täsmennetään yhteisesti kaikkien osapuolten kesken tietomallintamisen aloituspalaverissa. Prosessin viimeisessä vaiheessa rakennuttajakonsultti ohjaa suunnittelua ja suunnitteluryhmän toimintaa sopimuksiin sidottujen tietomalliohjeiden avulla.

Tutkimuksen perusteella esitetään, että Wise Group Rakennuttaminen testaa edellä esitettyä prosessia yksinkertaisessa tietomallinnettavassa rakennushankkeessa ja tarpeen vaatiessa kehittää tutkimuksen tuloksina esitettyjä dokumenttipohjia omien tarpeidensa mukaan. Ehdotetaan, että prosessin osoittautuessa toimivaksi se liitetään osaksi Wise Group Rakennuttamisen laatujärjestelmää.

6.3 Tutkimuksen tarkastelu

6.3.1 Kirjallisuuskatsaus

Diplomityöhön saatiin kerättyä tyydyttävä määrä niin koti- kuin ulkomaisiakin kirjallisuuslähteitä. Kirjallisuuslähteet koostuivat pääasiassa suomen- ja englanninkielisestä tietokirjallisuudesta, lakitekstistä, ohjekorteista, opinnäytetöistä, tutkimusraporteista, artikkeleista ja internet-lähteistä. Lähteitä etsittiin pääasiassa Tampereen teknillisen yliopiston ja Aalto-yliopiston kirjaston omista tietokannoista sekä yliopistojen lisenssi- en avulla kansainvälisistä tieteellisistä tietokannoista. Haut suoritettiin tutkimuksen aihepiiriin liittyvien sanojen useilla eri yhdistelmillä. Lähteitä etsittiin vain suomeksi ja englanniksi, mikä saattoi johtaa siihen, että kirjallisuuskatsauksesta jäi puuttumaan jotain tärkeää.

Tutkimusta tehtäessä havaittiin, että joistakin aiheista oli hyvin hankalaa löytää lähdemateriaalia. Esimerkiksi rakennuttajakonsultin näkökulmista kertovien lähteiden vähäinen määrä johdatteli käsittelemään rakennuttajakonsultin näkökulmia tilaajan etujen ajamisen sekä projektinjohton kautta.

Kirjallisuuskatsauksesta tuli diplomityön mittakaavassa ehkä liiankin pitkä. Tutkimus oli kuitenkin moniosainen ja haasteellinen. Useat tavoitteet vaativat asian lähestymistä monesta eri näkökulmasta ja useasta aihepiiristä. Nämä kaikki aihepiirit ja näkökulmat muodostivat kokonaisuuden, jonka keskiössä olivat tutkimuksen pää- ja osatavoitteet.

6.3.2 Haastattelut ja tutkimusmenetelmä

Teematyyppiset etukäteen suunnitellut haastattelut osoittautuivat hyväksi keinoksi hankkia tietoa aiheesta, jonka käytännöt eri alan toimijoiden keskuudessa vaihtelivat. Haastattelukysymykset olisivat voineet olla tarkempia ja vakiokysymysten joukossa oli

myös tutkimuksen tärkeimpien tavoitteiden kannalta turhia kysymyksiä. Vielä laajempi käytännönläheiseen kirjallisuuteen perehtyminen olisi voinut tehdä haastattelukysymyksistä tavoitteidenmukaisempia. Mikäli tutkijalla olisi ollut resursseja järjestää vielä toinen kierros koehaastatteluja kullekin haastatteluryhmälle kriittisesti niistä saatua aineistoa käsitellen, olisi tämä todennäköisesti kehittänyt kysymyksiä huomattavasti paremmiksi.

Haastatteluaineistoa kertyi riittävästi diplomityön mittakaavaan verrattuna, joskin aineistoa ei kertynyt tasaisesti jokaisesta haastatteluryhmästä ja jokaisesta ryhmän B suunnittelualasta. Kokonaisuutena haastatteluaineisto oli kuitenkin monipuolista. Haastatteluaineiston pohjalta olisi voinut laajentaa diplomityötä, mikäli tähän olisi ollut ajallisia ja muita resursseja.

Grounded theory tutkimusaineiston analyysimenetelmänä oli soveltuva aineiston läpikäymiseen. Menetelmä auttoi jäsentämään vaihtelevaa ja laajaa aineistoa sekä muokkaamaan sitä kokonaisuutena siten, että samat asiat saatiin koottua samojen käsitteiden alle. Eri käsitteiden välisten yhteyksien etsiminen aksiaalisen koodauksen aikana auttoi hahmottamaan monimutkaista kokonaisuutta. Grounded theory –menetelmän mukainen aineiston koodaus nopeutti tutkimuksen tulosten laatimista. Grounded theory –menetelmä soveltui hyvin myös uuden teoreettisen tulkinnan ja sitä kautta tutkimuksen tulosten kehittämiseen.

6.3.3 Tutkimus kokonaisuutena

Aikaisempia tietomallintamisen käyttöä rakennuttajakonsultin näkökulmasta tarkastelevia tutkimuksia, ammatillisia kirjoituksia tai muita tietolähteitä ei löydetty. Jotkin lähteet käsitelivät tietomallintamista rakennuttajan tai tilaajan näkökulmasta. Diplomityön tulosten toivotaan helpottavan tietomallintamisen hyödyntämistä rakennuttamisessa ja siten koituvan myös tilaajan eduksi. Tutkimuksen tekijällä ei ole tiedossa, että vastaavia tuloksia olisi julkaistu kotimaisessa kirjallisuudessa.

Niskakangas (2014) on ehdottanut urakoitsijan näkökulmasta, että tietomallinnettavan hankkeen valmistelu aloitetaan tietomallintamisen käyttötarkoituksen määrittelyllä, jonka jälkeen laaditaan hankekohtaiset tietomalliohjeet, joita tarkennetaan tietomallintamisen aloituspalaverissa. Tämän tutkimuksen havainnot ovat sopusoinnussa Niskakangas (2014) esityksen kanssa.

Alaluvussa 6.2 esiteltyä tietomallintamisen määrittelyjen käytännönläheistä etene- misprosessia vastaavaa kokonaisuutta ei löydetty suomenkielisestä tai englanninkielisestä kirjallisuudesta. On todennäköistä, että tämä prosessi esittää tietomallinnettavan hankkeen erilaisesta näkökulmasta kuin aikaisempi kirjallisuus. Tutkimuksessa laadittua teoreettista tulkintaa ei voida kuitenkaan yleistää kaiken tyyppisiin hankkeisiin tutkimuksen lähtökohdista ja rajauksista johtuen. Tästä syystä alaluvussa 6.2 esitettyä prosessia sekä tutkimuksen tuloksia (tässä yhteydessä dokumenttipohjat ja käsikirja) voidaan joutua muokkaamaan, mikäli niitä halutaan hyödyntää esimerkiksi sellaisissa hankkeissa, joissa urakoitsija ohjaa suunnittelua. Lisäksi tulee huomioida, että grounded theory –menetelmällä luotu teoreettinen tulkinta vaatii vielä lisätutkimusta ennen kuin

se voidaan todistaa oikeaksi ja käytännön työympäristössä toimivaksi tulkinnaiksi. Alaluvussa 6.2 esitetty prosessia ja tuloksia tulee testata oikeissa rakennushankkeissa, ennen kuin niiden oikeellisuudesta ja toimivuudesta voidaan olla varmoja.

Tutkimuksen toteutuksessa pysyttiin tyydyttävästi aikataulussa. Diplomityön tulosten katsotaan vastaavan tutkimussuunnitelmassa esitettyjä pää- ja osatavoitteita sekä diplomityöltä vaadittuja kannanottoja.

Wise Groupin diplomityön ohjaajan arvion mukaan diplomityön tulokset vastasivat Wise Groupin niille asettamia tavoitteita. Diplomityö parantaa Wise Groupin rakennuttamistoimialan tietomallinnettujen rakennushankkeiden suunnittelun valmisteluun ja suunnitteluvaiheeseen liittyvää osaamista. Diplomityön tuloksia aiotaan hyödyntää Wise Group Rakennuttamisen laatu järjestelmässä. Wise Groupin rakennuttamistoimialan johtajan arvion mukaan diplomityön tuloksista on hyötyä sekä yrityksen työntekijöille että sen asiakkaille.

6.3.4 Tutkimuksen aikataulu

Diplomityö tehtiin muiden työtehtävien ohella pääasiassa Wise Groupin toimipisteessä. Lisäksi tutkimustyötä tehtiin iltaisin ja viikonloppuisin. Tutkimussuunnitelma oli valmistunut keväällä 2014 ennen Wise Groupin työsuhteen alkua. Diplomityön käytännön toteutus aloitettiin kesäkuussa 2014. Diplomityön oli tällöin määrä valmistua vuoden 2015 alussa tai keväällä. Jo syksyllä 2014 kävi selväksi, että realistisin tavoite tutkimuksen valmistumiselle olisi toukokuu 2015.

Diplomityön aikataulunmukaiseen etenemiseen sekä diplomityön valmistumisaikaan vaikuttivat työsuhteeseen kuuluvat varsinaiset työtehtävät sekä tutkijan loppututkintoon tarvittavien tenttien suorittaminen. Joinakin viikkoina diplomityötä ei ehditty tekemään lainkaan, kun taas joinakin viikkoina pystyttiin keskittymään päätoimisesti diplomityön tekoon. Diplomityön valmistumisaikaan vaikutti myös sen alkuperäisistä suunnitelmista laajentunut sisältö. Diplomityön etenemistä tarkasteltiin TTY:n sekä Wise Groupin ohjaajien kanssa aika ajoin. Diplomityölle asetettiin myös tarkempia välitavoitteita sen edetessä. Diplomityö palautettiin tarkastettavaksi professori Kalle Kähköselä toukokuun 2015 lopussa.

6.4 Johtopäätökset

6.4.1 Tietomalliohjeiden merkitys

Haastatteluaineistossa ja kirjallisuuskatsauksessa esitettiin monta erilaista toteutusvaihtoehtoa, toimintamallia sekä vastuujakoa onnistuneelle tietomallinnettavalle rakennushankkeelle. Yhtä ainoaa ja selkeää toimintamallia oli käytännössä mahdoton muodostaa. Monilla haastatelluilla oli omat mielipiteensä siitä, mitkä mallintamisen prosessit toimivat parhaiten. Jopa YTV2012:n toimivuuteen sekä tietomalliohjeiden noudattamisen tärkeyteen löytyi monta eri suhtautumista. Voidaan arvioida, että rakennusalalla ei ole

vielä olemassa selkeää standardia ja yhtenäistä linjaa sille, miten hankkeen tietomallintaminen pitäisi suorittaa.

Mikäli oikeaksi koettuja suoritustapoja on useita, ei tilaajan haluamaan tulokseen tilaajan toivomalla toimintatavalla oletettavasti päästä ilman selkeää ohjeistusta eli mallintamisen määrittelemistä. Suunnittelijoiden ilman määrittelyä tekemiä tietomalleja ei voida pahimmassa tapauksessa käyttää tilaajan haluamaan käyttötarkoitukseen.

Useat lähteet nostivat esiin tietomallintamisen tarkoituksen määrittelyn sekä tietomalliohjeiden laatimisen tärkeyden ennen suunnittelutyön aloittamista. Ellei hankkeessa ole tilaajan ja suunnittelijan välisellä sopimuksella vahvistettuja tietomalliohjeita, ei hankkeessa voida varmistaa sitä, että kaikki suunnittelijat ymmärtävät hankkeen tietomallintamisen toteutustavan samalla tavalla. Koska suunnittelijat eivät ole tämän tutkimuksen oletusten mukaisesti sopimussuhteessa toistensa kanssa, yhteisiä käytäntöjä kuvaavien tietomalliohjeiden puuttuminen hankkeesta on riski myös suunnittelijoille itselleen.

Johtopäätöksensä esitetään, että ilman hankekohtaisesti laadittuja tietomalliohjeita rakennuttajakonsultti ei pystyne tehokkaasti hyödyntämään tietomallintamista omassa työssään. Ilman hankekohtaisia tietomalliohjeita tilaajan tavoitteiden täyttyminen jää epävarmaksi. Tietomalliohjeiden liittäminen suunnittelusopimukseen varmistaa sen, että ohjeita noudatetaan. Alaluvussa 6.2 esitetyn prosessin mukaisella tietomallinnettavan hankkeen läpiviennillä voidaan tuottaa hyötyä tilaajalle, rakennuttajakonsultille sekä koko rakennushankkeelle. Hankekohtaisten tietomalliohjeet tuottavat hyötyä hankkeen rakennuttamiselle parantamalla rakennuttamisen eri tehtävien suoritustehokkuutta ja varmuutta hankkeen tavoitteidenmukaisesta suorittamisesta.

6.4.2 Huomioitavat asiat, kun rakennuttajakonsultti työskentelee suunnittelijoiden kanssa tietomallinnettavassa hankkeessa

Rakennushankkeen toteuttaminen tietomallintamalla voi laajentaa rakennuttajakonsultin sekä hankkeen muiden osapuolten tehtäväkuvaa. Rakennuttajakonsultti keskittyy entistä enemmän suunnittelun toteutuksen määrittelyyn ja ohjeistamiseen, eli mallintamisen määrittelyyn ja tietomalliohjeiden laatimiseen. Rakennuttajakonsultti voi myös ulkoistaa tietomallintamisen määrittelyn tehtävät esimerkiksi tietomallikoordinaattorille. Konsultin tulee silti valvoa tilaajan etua ja tarkastaa, että mallintamiseen liittyvät tehtävät tulevat suoritetuksi.

Suunnittelijoiden kanssa työskenneltäessä rakennuttajakonsultti arvioi, kuka tai ketkä suorittavat suunnitteluaineiston, tässä tapauksessa tietomallien, teknisen laadunvalvonnan. Rakennuttajakonsultin tulee organisoida tietomallintamistyön ohjaus ja tietomallintamiseen liittyvien prosessien valvonta. Suunnittelun tekninen monimutkaistuminen merkitsee, että suunnittelijoilta vaaditaan entistä enemmän osaamista, kokonaisuuden hahmottamista sekä yhteistyökykyä. Näin ollen jonkun on väistämättä valvottava suunnittelijoille annettuja ohjeita ja huolehdittava suunnittelun onnistumisesta, aivan kuten työmaavalvojan valvoo urakoitsijan suunnitelmien mukaista työsuoritusta työmaalla.

Rakennuttajakonsultti joutuu opettelemaan tietomallintamisen perusasiat toimiakseen suunnittelijoiden kanssa yhteistyössä tietomallinnettavassa hankkeessa. On suositeltavaa, että rakennuttajakonsultilla on käytössään tarpeelliset tietomalliohjelmat, joilla konsultti voi tarkastaa ja valvoa tietomallien sisältöä sekä seurata tietomallintamisen etenemistä. Rakennuttajakonsultin on kyettävä ymmärtämään suunnittelijoilta pyytämänsä työtehtävien laajuus, luonne ja työn edellytykset. Mikäli rakennuttajakonsultilla itsellään ei ole tietomallintamiseen liittyvää osaamista tai tarpeellisia resursseja, on hänen varmistettava roolinsa mukaisesti, että joku muu taho huolehtii tilaajan etujen valvomisesta tietomallintamista käyttävän suunnittelun aikana.

6.4.3 Jatkotutkimusehdotukset

Tämä tutkimus ei ottanut kantaa tietomallintamisen hyödyntämiseen rakentamisen aikana. Koska Wise Groupin rakennuttamistoimialan työtehtävänantoihin kuuluu suunnitteluvaiheen ohjaamisen jälkeen usein myös rakennushankkeen työmaavalvonta, olisi hyödyllistä tutkia tietomallintamisen hyödyntämistä rakentamisen aikana rakennuttajakonsultin näkökulmasta. Yksi mielenkiintoinen tutkimuskohde voisi olla se, miten urakoitsijaa tulisi ohjeistaa hankkeen tietomallien käytössä urakan aikana.

Tässä tutkimuksessa kerätystä haastatteluaineistosta nousi esiin useita konkreettisia keinoja, joilla rakennuttajakonsultti voi hyödyntää tietomallintamista omassa työssään muun muassa käyttäen tietomalleja tietolähteinä. Lisäksi haastatteluaineistosta nousivat esiin erilaiset tietomalliohjelmien sisäiset kommunikointitavat ja suunnitelmia havainnollistavat tiedonsiirtotavat eri osapuolien välillä. Haastatteluaineistossa oli myös viitteitä siitä, että rakennuttajakonsultti voisi hyötyä tietomalleista työmaavalvonnassa, vaikka tätä ei erikseen haastatelluilta kysytty. Tätä aihetta olisi syytä tutkia lisää.

Tutkimuksessa nousi esille tietomallikoordinaattorin tehtävänkuvan sekä aseman vaihtelevuus hankkeissa. Koska Wise Groupilla on yrityksenä suunnitteluosaamisensa ansiosta myös tietomallintamisen asiantuntijoita, voisi yritys selvittää mahdollisuutta tarjota tietomallikoordinoimisen palveluita erillisinä tehtävinä.

LÄHTEET

A 1.7.2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma: rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat A2.

Artto, K., Martinsuo, M. & Kujala, J. 2008. Projektiliiketoiminta. 2. painos. Helsinki, WSOY. 417 s.

Aschrafft, H. 2008. Building information modeling: a framework for collaboration. Construction Lawyer 28, 3, s. 1-14.

Azhar, S. 2011. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. Leadership and Management in Engineering 11, 3, s. 241-252.

Borgatti, S. Introduction to Grounded Theory [WWW]. [viitattu 30.10.2014].
Saataavissa: <http://www.analytictech.com/mb870/introtoGT.htm>

Bryde, D., Broquetas, M. & Jürgen M.V. 2013. The project benefits of Building Information Modelling (BIM). International Journal of Project Management 31, 7, s. 971–980.

Bynum, P., Issa, R., & Olbina, S. 2013. Building Information Modeling in Support of Sustainable Design and Construction. Journal of Construction Engineering and Management 139, 1, s. 24-34.

Carmona, J. & Kathleen, I. BIM: Who, What and Why [WWW]. 2007 [viitattu 9.6.2014]. Saataavissa: <http://www.facilitiesnet.com/software/article/BIM-Who-What-How-and-Why--7546>

Chien, K-F., Wu, Z-H. & Huang, S-C. 2014. Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study. Automation in Construction 45, September, s. 1-15.

Collaboration, Integrated Information and the Project Lifecycle in Building Design, Construction and Operation [WWW]. The Construction Users Roundtable. 2004 [viitattu 15.8.2014]. Saataavissa: <http://codebim.com/wp-content/uploads/2013/06/CurtCollaboration.pdf>

CRC Construction Innovation. 2007. Adopting BIM for facilities management: Solutions for managing the Sydney Opera House. Australia, Cooperative Research Center for Construction Innovation, Brisbane.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. 2011. BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. 2. painos. New York, Wiley. 504 p.

Hardin, B. 2009. BIM and construction management. Indianapolis, Wiley. 364 p.

Hietanen, J. 2005. Tietomallit ja rakennusten suunnittelu: filosofinen selvitys tieto- ja viestintätekniikan mahdollisuuksista. Helsinki, Rakennustieto Oy. 95 s.

Hietanen, J. Vuorovaikutteinen 3D ja tietomallipalvelimet [PowerPoint-esitys]. Rakennustekniikan laitos. Tampere, Virtuaalirakentamisen laboratorio. Julkaistu 7.5.2006 [viitattu 8.10.2014]. Saatavissa: http://cic.vtt.fi/projects/vbe-net/interactive_3d/Hietanen.pdf

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13., osin uudistettu painos. Jyväskylä 2007, Kirjayhtymä Oy. 448 s.

IFC Overview summary [WWW]. BuildingSMART International Ltd. [viitattu 6.6.2014]. Saatavissa: <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-overview>

Järvinen, T. Tietomallisuunnittelun ohjeistus (BIM-ohje) Versio 1.0 [WWW]. Suomen Yliopistokiinteistöt Oy. Julkaistu 26.10.2011 [viitattu 7.8.2014]. Saatavissa: <http://sykoy.fi/wp-content/uploads/bim-ohje-tietomallisuunnittelun-ohjeistus.pdf>

Kankainen, J. & Junnonen, J.-M. 2001. Rakennuttaminen. Helsinki, Rakennustieto Oy. 101 s.

Katainen, P. 1990a. Suunnitteluorganisaation muodostaminen ja suunnitteluorganisaation tehtävät. In: Rakennuttaminen suunnitteluvaiheessa. Helsinki, Insko. Iva s. 1-8.

Katainen, P. 1990b. Suunnittelutyön teettäminen. In: Rakennuttaminen suunnitteluvaiheessa. Helsinki, Insko. IVb s. 1-16.

Karjula, J. & Mäkelä, E. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen [WWW]. COBIM-hankkeen osapuolet. 27.3.2012 [Viitattu 18.6.2014]. Saatavissa: http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_11_projektin_johtaminen.pdf

Kautto, T. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 5. Rakennesuunnittelu [WWW]. COBIM-hankkeen osapuolet. 27.3.2012 [Viitattu 18.6.2014]. Saatavissa:

http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/yty2012_osa_5_rak.pdf

Kinnari, J. 2014. Suunnitelmien yhteensovittaminen ja tiedonvaihdon tarpeet tietomallinnetussa rakennushankkeessa. Diplomityö. Helsinki. Aalto-yliopiston insinööritieteiden korkeakoulu, Rakennustekniikan laitos. 134 s.

Kinni, P. 1989. Suunnittelu-/konsulttisopimus. In: Suunnittelusopimukset ja suunnittelijan vastuu 113-89. Helsinki, Insko. IVa s. 1-8.

Koskenurmi-Sivonen, R. Grounded Theory [WWW]. Julkaistu 2004, päivitetty 2007 [viitattu 29.10.2014]. Saatavissa: <http://www.helsinki.fi/~rkosken/gt>

Koski, J. 1989. Rakennuttajakonsultin asema ja tehtävät 113-89II. Helsinki, Insko. 9s.

Krygiel, E., & Nies, B. 2008. Green BIM: Successful sustainable design with building information modeling. 1. painos. New York, Wiley. 268 p.

Kurkela, R. Tilastollinen tiedonkeruu [WWW]. Tilastokeskus ja Helsingin ammattikorkeakoulu Stadia. [viitattu 30.9.2014]. Saatavissa: <http://tilastokeskus.fi/virsta/tkeruu/>

Kymmell, W. 2008. Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations. McGraw-Hill. 416 p.

L 5.2.1999/132. Maankäyttö- ja rakennuslaki

Laine, T. 2008. Tuotemallintaminen talotekniikkasuunnittelussa. Helsinki, Rakennusteollisuus. 48 s.

Laurila, E. 1989a. Suunnittelijan asema. In: Suunnittelusopimukset ja suunnittelijan vastuu 113-89. Helsinki, Insko. Ib s. 1-6.

Laurila, E. 1989b. Sopimuksesta oikeudellisena käsitteenä. In: Suunnittelusopimukset ja suunnittelijan vastuu 113-89. Helsinki, Insko. Ia s. 1-10.

Lehtinen, S. Tietomalliviestintä [WWW]. Liikennevirasto. Päivitetty 14.2.2014 [viitattu 16.9.2014]. Saatavissa: http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/urakoitsijat_suunnittelijat/tietomallit/tietomalliviestinta#.VBgeimPIKRE

Liite 3, Projektitoimintaohje tuotemallinnuksessa, suunnitteluryhmä. 2006. Teoksessa: Penttilä, H., Nissinen, S. & Niemioja, S. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa,

yleiset periaatteet. Helsinki, Rakennusteollisuus RT ry ja Rakennustietosäätiö RTS. s. 61-64.

Liuskala, A. & Stoor, P. 2014. Rakennussopimukset. 7., uudistettu painos. Helsinki, Rakennustieto Oy. 662 s.

Monteiro, A. & Martins, J.P. 2013. A survey on modeling guidelines for quantity take-off-oriented BIM-based design. *Automation in Construction* 35, November, s. 238-253.

Niemi, H. 2011. Tietomallien käyttö elinkaarihankkeiden suunnittelu- ja toteutusvaiheissa. Diplomityö. Helsinki. Aalto-yliopiston insinööritieteiden korkeakoulu, Rakennustekniikan laitos. 110 s.

Niskakangas, V. 2014. Tietomallinnetun rakennushankkeen suunnittelun ohjaus. Diplomityö. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, Talouden ja rakentamisen tiedekunta. 59 s.

Palos, S. 2010. Tietomalliprosessi – tietomallitiedon käyttö suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa. Diplomityö. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin osasto. 62 s.

Pennanen, A. 2013. Talonrakennushankkeen hallinta ohjelmointi- ja suunnittelu- vaiheessa. Tampere. Rakennuttamistieto, Haahtela-kehitys Oy. Dosentti A. Pennanen luentoesitysmateriaali Tampereen teknillisen yliopiston Suunnittelun ohjaus –kurssilla. 49 s.

Penttilä, H., Nissinen, S. & Niemioja, S. 2006a. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa, yleiset periaatteet. Helsinki, Rakennusteollisuus RT ry ja Rakennustietosäätiö RTS. 64 s.

Penttilä, H., Nissinen, S. & Niemioja, S. 2006b. Tuotemallintaminen arkkitehtisuunnittelussa. Helsinki, Rakennusteollisuus RT ja Rakennustietosäätiö RTS. 85 s.

Perttilä, H. & Sätälä, H. 1994. Rakennuttaminen. 3. painos. Rakentajain Kustannus. 75 s.

Rakentaminen. Liite 16. 2010. Teoksessa: Palos, S. Tietomalliprosessi – tietomallitiedon käyttö suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa. Diplomityö. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin osasto. s. 17.

Rakentamisen valmistelu. Liite 15. 2010. Teoksessa: Palos, S. Tietomalliprosessi – tietomallitiedon käyttö suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa. Diplomityö. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin osasto. s. 16.

Reddy, K. Pramod. 2012. BIM for building owners and developers: making a business case for using BIM on projects. Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc. 230 s.
RT 10-10992. 2010. Tietomallinnettava rakennushanke, ohjeita rakennuttajalle. Helsinki, Rakennustieto Oy. 13 s.

RT 10-11107. 2013. Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR12, ohjetiedosto. Helsinki, Rakennustieto Oy. 24 s.

RT 10-11108. 2013. Pääsuunnittelun tehtäväluettelo PS12. Helsinki, Rakennustieto Oy. 12s.

RT 10-11109. 2013. Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK12. Helsinki, Rakennustieto Oy. 20s.

RT 10-11128. 2013. Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK12. Helsinki, Rakennustieto Oy. 28 s.

RT 10-11129. 2013. Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE12. Helsinki, Rakennustieto Oy. 36 s.

RT 13-11143. 2014. Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot KSE 2013, ohjetiedosto. Helsinki, Rakennustieto Oy. 8 s.

RT 16-10660. 1998. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. Helsinki, Rakennustieto Oy. 19 s.

RT 80343. 2014. Konsulttisopimus. Helsinki, Rakennustieto Oy. 7s.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. KvaliMOTV – Menetelmäopetuksen tietovaranto: Grounded Theory [WWW]. Tampere, Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. 2006a [viitattu 29.10.2014]. Saatavissa:
http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L5_2.html

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto: Grounded Theory -menetelmästä [WWW]. Tampere, Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. 2006b [viitattu 29.10.2014]. Saatavissa:
http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L5_2_1_1.html

Salonen, K. 2001. Rakennushankkeen suunnittelun yhteistyö- ja sopimusmenettelyt. Tampere, Tampereen teknillinen korkeakoulu, Arkkitehtuurin osasto, Rakennus-suunnittelun laitos. 60 s.

Sattineni, A. & Bradford II, R.H. Estimating with BIM: a survey of US construction companies [WWW]. McWhorter School of Building Science, Auburn University. [viitattu 10.9.2014]. Saatavissa: <http://www.iaarc.org/publications/fulltext/S16-6.pdf>

Sirén, C. Tietomallintaminen tilaajanäkökulmasta [WWW]. RILin tietomallitoimikunnan seminaari, HUS-Kiinteistöt Oy. 25.8.2013 [viitattu 15.8.2014]. Saatavissa: <http://www.ril.fi/media/files/tietomallit/siren-compatibility-mode.pdf>

Smith, M. What is BIM? [WWW]. NBS. Lokakuu 2013, [viitattu 6.6.2014]. Saatavissa: <http://www.thenbs.com/bim/what-is-bim.asp>

Smith, P. 2014. BIM & the 5D Project Cost Manager. Procedia - Social and Behavioral Sciences 119, s. 475 – 484.

Suunnittelutarjouspyyntö ARK ja PS. 2014. Helsinki, Wise Group Finland Oy. Yrityksen sisäisen laatujärjestelmän dokumenttipohja. 6s.

Suunnittelutarjouspyyntö LVISA. 2014. Helsinki, Wise Group Finland Oy. Yrityksen sisäisen laatujärjestelmän dokumenttipohja. 6s.

Suunnittelutarjouspyyntö RAK. 2014. Helsinki, Wise Group Finland Oy. Yrityksen sisäisen laatujärjestelmän dokumenttipohja. 6s.

Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002. 2002. Osa 1. Hämeenlinna, Rakennustietosäätiö RTS, LVI-Keskusliitto ry ja Sähkötieto ry. 369 s.

Thomsen, C., Darrington, J., Dunne, D. & Lichtig, W. Managing integrated project delivery [WWW]. CMAA. [viitattu 15.8.2014]. Saatavissa: https://cmaanet.org/files/shared/ng_Integrated_Project_Delivery_11-19-09_2_.pdf

Tuomivaara, T. Tieteellisen tutkimuksen perusteet: Kvantitatiivinen ja kvalitatiivinen tutkimus [WWW]. Jyväskylän yliopisto. 2005, [viitattu 30.9.2014]. Saatavissa: <http://www.mv.helsinki.fi/home/ttuomiva/Y125luku6.pdf>

Tuuhea, S. Tietomalli pääsuunnittelijan apuna – koordinointi vai tietomalli-koordinaattori [WWW]. Aalto-Yliopiston Teknillinen korkeakoulu. Espoo, 10. pääsuunnittelukoulutus. Julkaistu 15.9.2010 [viitattu 6.8.2014]. Saatavissa: <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/4918/urn100326.pdf?sequence=12>

- Vakkilainen, J. 2009. Rakennuksen tietomalli rakennushankkeen suunnitteluvälineenä. Diplomityö. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennetun ympäristön tiedekunta, Arkkitehtuurin laitos. 144 s.
- Valjus, J., Varis, M., Penttilä, H. & Nissinen, S. 2007. Tuotemallintaminen rakenne-suunnittelussa. Helsinki, Rakennusteollisuus RT ry ja Rakennustietosäätiö RTS. 62 s.
- VT 07.111 Tarjousvertailulomake, suunnittelu. 2014. Helsinki, Wise Group Finland Oy. Yrityksen sisäisen laatujärjestelmän dokumenttipohja. 1 s.
- VT 07.121 Suunnittelun aloituskokouksen pöytäkirja. 2014. Helsinki, Wise Group Finland Oy. Yrityksen sisäisen laatujärjestelmän dokumenttipohja. 6 s.
- VT 07.122 Suunnittelukokouksen pöytäkirja. 2014. Helsinki, Wise Group Finland Oy. Yrityksen sisäisen laatujärjestelmän dokumenttipohja. 4 s.
- Walker, D. 1998. The contribution of the client representative to the creation and maintenance of good project interteam relationships. *Engineering Construction and Architectural Management* 5, 1, s. 51-57.
- What is a BIM? [WWW]. National BIM Standards Project Committee. 2014, [viitattu 6.6.2014]. Saatavissa: <http://www.nationalbimstandard.org/faq.php>
- Wilkinson, S. 2001. An analysis of the problems faced by project management companies managing construction projects. *Engineering Construction & Architectural Management* 8, 3, s. 160-170.
- Won, J. & Lee, G. 2010. Identifying the consideration factors for successful BIM projects. *Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering*, Nottingham, UK, 30.6. – 2.7.2010. Nottingham, Nottingham University Press. Paper 72, s. 143.
- Yleiset tietomallivaatimukset 2012 [WWW]. BuildingSMART Finland. [viitattu 16.3.2015]. Saatavissa: <http://www.buildingsmart.fi/8>
- Yleissuunnittelu 2. Liite 14. 2010. Teoksessa: Palos, S. Tietomalliprosessi – tietomallitiedon käyttö suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa. Diplomityö. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin osasto. s. 15.

Tampereen teknillinen yliopisto

XX.XX.201X

Wise Group Finland Oy

Haastatteluehdokkaan tiedot

HAASTATTELUPYYNTÖ

Tervehdys!

Olen tekemässä tutkimusta rakennushankkeen suunnittelijoiden tietomallivaatimuksista rakennuttajakonsultin näkökulmasta Wise Group Finland Oy:n rakennuttamistoimialan toimeksiannosta. Voitte hyödyntää tutkimuksen tuloksia tietomallinnusta käyttävien rakennushankkeiden kehittämiseen ja laadun parantamiseen. Pyytäisimme teitä osallistumaan haastatteluun, jonka tarkoitus on selvittää kokemuksianne tietomallinnettujen rakennushankkeiden parissa. Tutkimus on osa Tampereen teknillisen yliopiston rakennustekniikan diplomi-insinööriopintojen diplomityötä.

Haastattelu tapahtuu marras-joulukuussa teidän valitsemassanne paikassa ja ajankohtana. Haastattelu kestää arviolta noin puolitoista tuntia. Haastattelua varten lähetämme teille etukäteen haastattelukysymykset. Haastattelu on luottamuksellinen. Tutkimusraportin tulokset käsitellään anonymisti.

Diplomityö on julkaisun jälkeen julkinen ja se on saatavilla Tampereen teknillisen yliopiston kirjaston internet-sivuilta. Työ valmistuu keväällä/kesällä 2015.

Toivomme, että voisitte osallistua haastattelututkimukseen. Tätä varten pyydän teitä ilmoittamaan suostumuksestanne sähköpostitse, tekstiviestillä tai puhelimitse ottamalla yhteyttä allekirjoittaneeseen (sakari.tohmo@student.tut.fi / sakari.tohmo@wisegroup.fi , 040 555 8231).

Ystävällisin terveisin,



Sakari Tohmo

HAASTATTELUOHJEET

Haastattelututkimus suoritetaan liittyen Tampereen teknillisen yliopiston Tuotantotalouden ja rakentamisen tiedekunnassa suoritettavaan diplomityöhön.

Tutkimuksen tilaaja: Wise Group Finland Oy

**Haastattelija ja tutkimuksen suorittaja: Sakari Tohmo, Wise Group Finland Oy /
Rakennuttaminen**

Taustatiedot haastateltaville

Haastatteluiden tarkoitus on kerätä kokemuksianne rakennushankkeen suunnitteluvaiheista, koko suunnitteluprosessin läpiviemiseen liittyvistä asioista, suunnittelun aikana tapahtuvasta tiedonvaihdosta sekä tietomallintamiseen yleisesti liittyvistä asioista. Tutkimus keskittyy tietomallintamiseen sekä sen vaatimuksiin rakennuttajakonsultin näkökulmasta. Tutkimus liittyy myös vahvasti rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden väliseen rajapintaan. Tutkimuksen tulostavoitteena on luoda tietomalliohjeet suunnittelijoita varten rakennuttajakonsultin näkökulmasta sekä kartoittaa rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden välistä työskentelyprosessia rakennushankkeen suunnittelun aikana.

Tutkimusta varten teiltä kysytään haastattelun alussa nimenne, edustamanne yritys sekä suunnitteluala, jolla toimitte. Mikäli annatte tähän luvan, tämä tieto lisätään diplomityön liitteeksi, osana haastateltujen henkilöiden luetteloa. Haastattelun vastauksista kerättyä tietoa, jota diplomityössä käsitellään, ei tulla millään tavalla liittämään nimeenne tai edustamaanne yritykseen. Kaikki vastauksista kerätty tieto käsitellään siis diplomityössä nimettömänä ja luottamuksellisesti. Mikäli tahdotte, voitte osallistua haastatteluun myös anonyymisti, jolloin nimeänne tai edustamanne yrityksen nimeä ei julkaista diplomityössä, edes haastateltujen henkilöiden luettelossa.

Vastausohjeet

Tämä kysymyslomake on jaettu teille etukäteen, jotta voitte tutustua haastattelukysymyksiin ja haastattelua koskeviin ohjeisiin. Tämä lomake sekä siihen mahdollisesti tekemänne muistiinpanot saavat olla esillä myös haastattelun aikana. Haastattelutilanteessa haastattelija kysyy teiltä kysymykset suullisesti tämän lomakkeen esittämässä järjestyksessä. Antakaa vastauksenne suullisesti ja haastattelija kirjaa vastauksenne ylös. Mikäli annatte luvan, haastattelu myös nauhoitetaan.

Haastattelun vastauksista kerättyä tietoa käytetään tutkimuksen tekemiseen. Varsinaiset haastatteluvastaukset (sekä haastattelijan kirjaamat vastaukset että mahdollinen nauhoitus) tullaan tuhoamaan tutkimustyön päätteeksi luottamussyistä, ellette anna niiden säilyttämiselle erillistä lupaa.

Kysymyspatteri on jaettu X osaan. Se sisältää taustakysymykset sekä varsinaiset haastattelukysymykset (haastattelun osat 1 – X-1). Kaikki kysymykset ovat numeroituja ja kirjoitettu *kursiivilla*.

Taustakysymyksiä (kysymykset 1 – Y) käytetään tässä tutkimuksessa haastatteluaineiston luotettavuuden osoittamiseen. Niillä pyritään osoittamaan, että kullakin tätä tutkimusta varten haastatellulla henkilöllä on ollut tarpeeksi kokemusta ja osaamista vastataksaan kysymyksiin.

Vastatkaa kaikkiin kysymyksiin todellisista rakennushankkeista saatujen omien kokemuksiesi pohjalta, ellei teitä erikseen pyydetä arvioimaan mahdollista tilannetta. Jos tunnette, että kokemuksianne on hankala yleistää (esim. siksi että ne koostuvat vaihtelevista ja monipuolisista eri rakennushankkeista), niin pyrkikää vastaamaan kysymyksiin tärkeimpien ja parhaimpien kokemusten pohjalta. Vastauksen antajana toimitte oman ammattikuntanne edustajana.

Lopullinen tutkimusraportti käsittelee rakennushankkeen eri vaiheita uusimpien RT:n suunnittelu-tehtäväluetteloiden mukaisen hankevaiheistuksen mukaan. Jotkin kysymykset pyytävät teitä jäsentelemään vastaustasi hankevaiheiden mukaan. Pyrkikää tällöin käyttämään vastatessanne HJR12 / RAK12 / PS12 / ARK12 / TATE12 mukaisia hankevaiheita (esim. tarveselvitys, hankesuunnittelu, suunnittelun valmistelu, ehdotussuunnittelu, yleissuunnittelu, rakennuslupavaihe, toteutussuunnittelu jne.). Hankevaiheisiin erotellun vastauksen antaminen ei ole kuitenkaan välttämätöntä, mutta se helpottaa haastatteluvastauksen litterointia ja tiedon analysointia tutkimusraporttia varten sekä lisää haastatteluaineiston luotettavuutta.

Jotkin kysymykset sisältävät myös kysymystä avaavia esimerkkejä. Nämä esimerkit ovat esitetty suluissa.

Monet kysymykset kattavat lisäksi hyvin laajan vastausvaruuden. Keskittykää siksi pääasioihin ja pyrkikää tuomaan vastauksissanne esille vain tärkeimmät asiat. Vastauksienne ei tarvitse olla tyhjentyviä.

Haastattelukysymyksissä käytettäviä termejä ja määritelmiä:

Suunnitteluala	Tarkoittaa rakennussuunnittelun yhtä teknistä osapuolta ja ammattikuntaa. Esim. ARK-suunnittelu ja RAK-suunnittelu ovat omia suunnittelualojaan.
Rakennussuunnittelu	Tarkoittaa rakennushankkeen kaikkien suunnittelualojen kokonaistyötä, eli koko rakennuksen suunnittelua kaikista teknisistä näkökulmista katsottuna.
Suunnitteluvaihe	Jokin rakennushankkeen niistä hankevaiheista, joissa tuotetaan hankkeen suunnitelmat (hankesuunnittelu / suunnittelun valmistelu / ehdotussuunnittelu / yleissuunnittelu / rakennuslupavaihe / toteutussuunnittelu)
Tiedonvaihtorajapinta	Rakennushankkeen eri osapuolten välillä toteutettavan tiedonvaihdon ja kommunikaation säännöt. Esim. tiedonvaihtoprotokolla, joka vaatii tietyn tiedostoformaatin käyttöä tiettyjen osapuolien välillä.

Haastatellut henkilöt

Ryhmä A

Jaakkola, Olli. Rakennuttamisjohtaja, Wise Group Finland Oy. Helsinki. 10.11.2014.

Hämäläinen, Juuso. Projektinjohtaja, Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy. Helsinki. 18.11.2014.

Valtonen, Perttu. Tietomalliasiantuntija, Sweco PM Oy. Helsinki. 4.12.2014.

Rämänen, Sami. Projektipäällikkö, Haahtela-Rakennuttaminen Oy. Helsinki. 4.12.2014.

Mäkelä, Jarmo. Projekti-insinööri / kehityspäällikkö, A-Insinöörit Rakennuttaminen Oy. Tampere. 11.12.2014.

Ryhmä B

ARK:

Rupponen, Mikael. BIM-spesialisti, Ala Architects Oy. Helsinki. 11.11.2014.

Vesén, Juha. Suunnittelija, Cederqvist & Jäntti Arkkitehdit Oy. Helsinki. 13.11.2014.

RAK:

Vitikainen, Jarkko. Projektipäällikkö, Wise Group Finland Oy. Helsinki. 3.11.2014.

Walden, Ville. Rakennesuunnittelija, Wise Group Finland Oy. Helsinki. 7.11.2014.

Nelimarkka, Miika. Suunnittelupäällikkö, Wise Group Finland Oy. Helsinki. 12.11.2014.

Härkönen, Timo. Suunnittelupäällikkö, Wise Group Finland Oy. Mikkeli. 27.11.2014.

Kolehmainen, Anssi. Osastopäällikkö, Sweco Rakennetekniikka Oy. Helsinki. 1.12.2014.

LVI:

Grönholm, Maiju. LVI-suunnittelija, Wise Group Finland Oy. Helsinki. 13.11.2014.

Sipola, Sakari. Suunnittelupäällikkö, Wise Group Finland Oy. Espoo. 17.11.2014.

Suvanto, Antti. Suunnittelupäällikkö, Wise Group Finland Oy. Espoo. 18.11.2014.

Skrökki, Joel. LVI-suunnittelija, Wise Group Finland Oy. Espoo. 21.11.2014.

SÄH:

Taberman, Marko. Suunnittelupäällikkö, Wise Group Finland Oy. 2.12.2014.

Ollikainen, Markku. Osastopäällikkö, Hepacon Oy. Helsinki. 16.12.2014.

Nurminen, Sami. Sähkösuunnittelija, Hepacon Oy. Helsinki. 16.12.2014.

TMK:

Aaltonen, Jussi. Tietomallikoordinaattori, Innovarch Oy. Helsinki. 17.11.2014.

Malmi, Juho. Tietomalliasiantuntija, Senaatti-kiinteistöt. Helsinki. 20.11.2014.

Järvinen, Tero. Tietomallipäällikkö, Granlund Oy. Helsinki. 28.1.2015.

Ryhmä C

Mörk, Petri. Rakennuspäällikkö, Rautakesko Oy. Vantaa. 14.11.2014.

Leivo, Kimmo. Projektinjohtaja, Espoon kaupunki. Espoo. 19.11.2014.

Palo, Auni. Kiinteistöjohtaja, OP Osuuskunta. Helsinki. 8.12.2014.

Nousiainen, Kaisu. Suunnittelupäällikkö, Ruokakesko Oy. Helsinki. 9.12.2014.

Haastattelukysymykset – Ryhmä A

Tausta

- 1. Kerro nimesi, edustamasi yritys sekä tehtävä, jossa toimit.*
- 2. Kuinka monta vuotta sinulla on kokemusta rakennuttajakonsultin, rakennuttajan tai vastaavan tehtävän mukaisesta työstä? Onko sinulla jotain toimialallesi myönnettyjä pätevyyskysymyksiä / sertifikaatteja?*
- 3. Kuinka monessa tietomallinnusta käyttävässä projektissa olet ollut mukana?*
- 4. Kuinka hyväksi arvioisit omaa osaamistasi ja ymmärrystäsi tietomalliohjelmien käytössä (esim. kuinka hyvin osaat käyttää ohjelmia, miten hyvin ymmärrät niiden toiminnan ja rajapinnat jne.)?*
- 5. Kuinka hyväksi arvioisit omaa osaamistasi ja ymmärrystäsi tietomallintamiseen liitettävistä työskentelytavoista ja prosesseista (esim. reikäkierto, mallipohjainen suunnitelmien yhteensovitus, mallipohjainen suunnittelunohjaus, tiedonsiirtotavat jne.)?*

Osa 1: Rakennuttajakonsultin tehtävien suoritus ja tietotarpeet

- 6. Mitä tietoja edellytät saavasi / mitä toimintoja edellytät olevan suoritettu, jotta voit itse suorittaa työtehtäväsi tietomallinnetun rakennushankkeen suunnittelun aikana (esim. lähtötiedot on toimitettu, tietomallinnustaso on määritelty tilaajan kanssa, ensimmäinen luonnosmalli on laadittu jne.)? Pyri vastaamaan jaottelemalla edellytyksesi eri hankevaiheisiin.*
- 7. Mikä on tärkeintä tietoa, jota tarvitset suunnittelijoilta tietomallinnetun rakennushankkeen suunnittelun aikana omien työtehtäviesi suorittamista varten (esim. luonnossuunnitelmat kustannusarviota varten)? Pyri vastaamaan jaottelemalla tietotarpeesi eri hankevaiheisiin.*
- 8. Oletko käyttänyt tietomallia hyväksesi näiden tietotarpeiden ja edellytysten täyttämiseksi? Jos kyllä, niin miten?*

9. *Tuottavaako / suunnittelevaako suunnittelijat rakennushankkeen suunnitteluvaiheiden aikana jotain sellaista tietoa, jota mielestäsi ei kannata mallintaa tietomalliin? Jos kyllä, niin mitä tämä tieto on ja miksi sitä ei kannata mallintaa?*
10. *Miten se, että rakennushanke tietomallinnetaan, vaikuttaa rakennuttajakonsultin tehtäväkuvaan (verrattuna perinteiseen 2D-suunnitteluun)?*

Osa 2: Tiedonvaihtorajapinnat ja prosessit

11. *Minkälaisia kokemuksia sinulla on rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden välisestä tiedonvaihtorajapinnasta tietomallinnetun rakennushankkeen suunnitteluvaiheiden aikana (esim. onko tiedonvaihto samantyylistä kuin 2D-suunnittelua käyttävissä hankkeissa, toimiiko tiedonvaihto sujuvasti, miten tietomallipohjaisen suunnittelun edistymistä voi seurata jne.)?*
12. *Minkälainen rooli tietomalleilla on ollut rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden välisen tiedonvaihtorajapinnan toteuttamisessa tietomallinnetun rakennushankkeen suunnitteluvaiheiden aikana (esim. tuottaako suunnittelija mallista tietoa konsulttia varten vai luovuttaako hän vain mallin konsultille, jotta tämä voi itse etsiä tarvitsemansa tiedot mallista)?*
13. *Mikä on ollut mielestäsi ongelmallisinta rakennuttajakonsultin ja suunnittelijoiden välisessä tiedonvaihtorajapinnan toteutuksessa tietomallinnetun rakennushankkeen suunnitteluvaiheiden aikana (esim. saako konsultti mallista haluamaansa / tarvitsemaansa tietoa, liittykö tiedonvaihtoon tietoteknisiä haasteita tai ongelmia jne.)?*
14. *Minkälaisia prosesseja ja työskentelytapoja olet käyttänyt tietomallinnetun rakennushankkeen suunnitteluvaiheissa (prosesseilla tarkoitetaan esim. suunnittelun ohjauksen menettelyjä, kustannusten hallintaa, tiedonhallintaa jne.)?*
15. *Millaisena koet tietomallikoordinaattorin roolin tietomallinnetun rakennushankkeen suunnitteluvaiheiden aikana?*

Osa 3: Tietomalliohjelmien ja tietomallinnusprosessien hyödyntäminen rakennuttajakonsultin näkökulmasta

16. *Minkälaisia kokemuksia sinulla on tietomallintamisen tuomista hyödyistä rakennushankkeen suunnitteluvaiheiden aikana?*

17. *Minkälaisia kokemuksia sinulla on tietomallintamisen tuomista haitoista rakennushankkeen suunnitteluvaiheiden aikana?*
18. *Oletko koskaan hyödyntänyt tietomallinnusteknologiaan perustuvaa tietokoneohjelmaa tai sovellusta omassa työssäsi? Jos olet, niin mihin?*
19. *Kuvaile kokemuksiasi tietomalliohjelmien käytöstä työssäsi sekä sen tuomista hyödyistä?*
20. *Olisitko valmis käyttämään / oletko käyttänyt tietomalliohjelmaa seuraaviin käyttötarkoituksiin?*
- *määrälaskenta (esim. jonkin määrälaskenta- tai kustannusarvio-ohjelman avulla, kuten vaikka Tocoman iLink, NavisWorks Simulate, Solibri Model Checker, Tekla BIMsight)*
 - *kustannusarviointi (esim. jonkin kustannusarvio-ohjelman avulla, kuten vaikka Tocoman Express, Vico Office)*
 - *suunnittelun ohjaus ja suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen (esim. jonkin tarkastusohjelman avulla, kuten vaikka Tekla BIMsight, Solibri Model Checker, Navisworks Manage)*
 - *tiedonhallinta (esim. jonkin tietomallipalvelimen avulla, kuten vaikka Graphisoft BIM server, BIM Server)*
 - *johonkin muuhun*

Osa 4: Tietomallivaatimukset ja rakennuttajakonsultti

21. *Miten tietomallintaminen on sisällytetty ja määritelty nykyisissä tilaajan ja suunnittelijan välisissä konsulttisopimuksissa?*
22. *Minkälaisia ongelmia on tietomallintamisen määrittelyssä, kun laaditaan tilaajan ja suunnittelijan välisiä suunnittelusopimuksia?*
23. *Oleta, että tietomallinnettavan rakennushankkeen suunnittelua ohjataan suunnittelijoiden tietomallien sisällölle asetetuilla vaatimuksilla ja tietomallinnustyöhön liittyviä työskentelyprosesseja ohjaavilla vaatimuksilla (eli tietomallivaatimuksilla). Kyseessä olisivat siis eräänlaiset suunnitteluohjeet. Mitä tämänkaltaisten vaatimusten tulisi sisältää oman toimialasi näkökulmasta?*
24. *Oletko koskaan ohjannut suunnittelijoiden tietomallinnustyötä edellä mainittujen tietomallivaatimusten kaltaisilla ohjeilla (esim. hankkeessa on asetettu vaatimus reikäkierron toteutustavasta tai tietomalliin sisällytettävästä tiedosta)? Jos kyllä, niin mitä kokemuksia sinulla on aiheesta ja minkälaiset ohjeet olivat?*

25. *Sitoisitko suunnittelijan noudattamaan edellä mainittuja tietomallivaatimuksia tilaajan ja suunnittelijan välisen suunnittelusopimuksen liitteenä (olettaen tilaajan tähän suostuvan) vai jollain muulla tavalla?*
26. *Mikä on mielipiteesi siitä, että edellä mainitut tietomallivaatimukset olisivat tilaajan ja rakennuttajakonsultin yhdessä laatimat tai kokonaan rakennuttajakonsultin laatimat?*
27. *Rakennuttajakonsultin rooliksi mielletään tilaajan / rakennuttajan etujen ajaminen – jos myös konsultti hyötyisi hankkeen mallintamisesta tietomallivaatimusten mukaisesti (esim. konsultin työn laadun paraneminen, konsultin työhön tarvittavan ajan väheneminen jne.), niin voisiko tämä olla myös tilaajan etujen mukaista?*

Kyllä (miten?)

En (miksi?)

Haastattelukysymykset – Ryhmä B

Tausta

- 1. Kerro nimesi, edustamasi yritys, tehtävänimikkeesi sekä suunnitteluala, jolla toimit.*
- 2. Kuinka monta vuotta sinulla on kokemusta suunnittelijan tai vastaavan tehtävän mukaisesta työstä?*
- 3. Arvioi lukumäärällisesti, kuinka monessa tietomallinnusta käyttävässä rakennusprojektissa olet ollut mukana?*
- 4. Minkä tyyppisissä nämä tietomallinnetut kohteet ovat olleet (esim. asuintalo / liike- tai toimitila / teollisuus)?*
- 5. Kuinka hyväksi arvioisit omaa osaamistasi ja ymmärrystäsi oman alasi tietomalliohjelmien käytössä (esim. kuinka hyvin osaat käyttää ohjelmia, miten hyvin ymmärrät niiden toiminnan ja rajapinnat jne.)?*
- 6. Kuinka hyväksi arvioisit omaa osaamistasi ja ymmärrystäsi tietomallintamiseen liitettävistä työskentelytavoista ja prosesseista (esim. reikäkierto, mallipohjainen suunnitelmien yhteensovitus, mallipohjainen suunnittelunohjaus, tiedonsiirtotavat jne.)?*

Osa 1: Suunnittelijan tehtävien suoritus ja tiedonvaihto suunnittelun aikana

- 7. Mitä lähtötietoja tarvitset mallintamistyösi suorittamiselle rakennushankkeen suunnittelun aikana? Pyri vastaamaan jaottelemalla tarpeesi eri hankevaiheisiin, noin kolme asiaa per vaihe.*
- 8. Mitä toimintoja edellytät olevan suoritettu, jotta voit itse suorittaa työtehtäväsi tietomallinnetun rakennushankkeen suunnittelun aikana (toiminnoilla tarkoitetaan rakennushankkeeseen kuuluvia tehtäviä / prosesseja, esim. projektipankin perustamista, tietomallien yhteensovituspalaverien järjestämistä jne.)? Pyri vastaamaan jaottelemalla edellytyksesi eri hankevaiheisiin, noin kolme asiaa per vaihe.*

9. *Mikä on tärkeintä tietoa, jota tarvitset rakennuttajakonsultilta / rakennuttavalta osapuolelta tietomallinnetun rakennushankkeen suunnittelun aikana? Pyri vastaamaan jaottelemalla tietotarpeesi eri hankevaiheisiin.*
10. *Mikä on tärkeintä tietoa, jota edustamasi suunnitteluala tuottaa tietomalliin rakennushankkeen suunnittelun aikana? Pyri vastaamaan jaottelemalla tuottamasi tieto eri hankevaiheisiin.*
11. *Mistä tuottamastasi / suunnittelemastasi tiedosta rakennuttajakonsultti / rakennuttava osapuoli on ollut eniten kiinnostunut tietomallinnetun rakennushankkeen suunnitteluvaiheiden aikana?*
12. *Tuotatko / suunnitteletko rakennushankkeen suunnitteluvaiheiden aikana jotain sellaista tietoa, jota mielestäsi ei kannata mallintaa tietomalliin? Jos kyllä, niin miksi sitä ei kannata mallintaa?*
13. *Minkälaisia kokemuksia sinulla on tietomallintamisen tuomista hyödyistä rakennushankkeen suunnitteluvaiheiden aikana?*
14. *Minkälaisia kokemuksia sinulla on tietomallintamisen tuomista haitoista rakennushankkeen suunnitteluvaiheiden aikana?*

Osa 2: Tiedonvaihtorajapinnat ja prosessit

15. *Millaiseksi kuvailisit tiedonvaihtorajapintojasi muiden suunnittelualojen kanssa tietomallinnetun rakennushankkeen suunnitteluvaiheiden aikana (esim. miten kommunikoit muiden suunnittelualojen kanssa, missä muodossa jaat tietomallisi ja kuinka usein, mitkä asiat tiedonvaihdossa ovat tärkeimpiä jne.)?*
16. *Millaiseksi kuvailisit tiedonvaihtorajapintaasi rakennuttajakonsultin / rakennuttavan osapuolen kanssa tietomallinnetun rakennushankkeen suunnitteluvaiheiden aikana (esim. miten raportoit edistymisestä, kuinka usein, miten tarkasti olette sopineet kommunikoinnin säännöt etukäteen jne.)?*
17. *Oletko koskaan hyödyntänyt tietomalleja rakennuttajakonsultin / rakennuttavan osapuolen ja suunnittelijan välisessä tiedonvaihtorajapinnassa? Jos olet, niin miten? Jos et ole, niin miksi?*

18. *Minkälaisia prosesseja ja työskentelytapoja (esim. tietomalliin perustuva reikäkierto, mallipohjainen suunnitelmien yhteensovitus, mallipohjainen suunnittelunohjaus, eri tiedonsiirtotavat jne.) olet käyttänyt tietomallinnetun rakennushankkeen suunnitteluvaiheissa?*
19. *Miten otat huomioon sen, että muut hankkeen osapuolet käyttävät luomastasi tietomallista saatavaa tietoa?*
20. *Millaisena koet tietomallikoordinaattorin roolin tietomallinnetun rakennushankkeen suunnitteluvaiheiden aikana?*

Osa 3: Suunnittelutyön ohjaus ja sääntely

21. *Miten koet sen, että joku muu hankkeen osapuolista määrittelee, miten suunnittelutieto mallinnetaan (esim. määrittelee sen, mitä tietoa mallista on saatava ulos ja miten)?*
22. *Miten koet sen, että joku muu hankkeen osapuolista määrittelee, millaisia työskentelyprosesseja sinun tulee suunnittelun aikana noudattaa (prosesseilla tarkoitetaan esim. suunnittelunohjausmenettelyä, suunnitelmien yhteensovittamismenettelyä, reikäkierron toteutusta ja järjestystä jne.)?*
23. *Oletko koskaan työskennellyt hankkeessa, jossa mallinnustyötäsi olisi ohjattu tietomallin sisällölle tai tietomallinnukseen liitettäville työskentelyprosesseille asetetuilla vaatimuksilla (esim. on asetettu vaatimus reikäkierron toteutustavasta tai tietomalliin sisällytettävästä tiedosta)? Jos kyllä, niin millaisia kokemuksia sinulla on?*
24. *Miten suhtautuisit siihen, että tietomallituotoksiasi ja –työskentelyäsi ohjattaisiin tilaajan ja suunnittelijan välisen suunnittelusopimuksen liitteeksi asetettavilla tietomallivaatimuksilla sitoen?*
25. *Miten tietomallintaminen on sisällytetty ja määritelty nykyisissä tilaajan ja suunnittelijan välisissä suunnittelusopimuksissa?*
26. *Minkälaisia ongelmia on tietomallintamisen määrittelyssä, kun laaditaan tilaajan ja suunnittelijan välisiä suunnittelusopimuksia?*

Osa 4: Tietomallinnustyö ja tietomallivaatimusten toteutus

Taustatieto: Tässä kysymysosiossa sinua pyydetään eläytymään tietynkaltaiseen tilanteeseen. Oleta, että toimit talonrakennushankkeen suunnittelijana ja sinulle esitetään hankekohtaiset vaatimukset tietomallin sisällöstä sekä tietomallin kanssa työskentelyyn liittyvistä prosesseista. Kutsutaan näitä tietomallivaatimuksiksi. Kyseessä ovat siis eräänlaiset suunnitteluohjeet siitä, miten mallinnus tulee tehdä. Ohjeet voivat olla minkälaiset tahansa: ne voivat rajoittavat sinua tai antaa sinulle vapauksia työsi suhteen. Mikäli sinulla on kokemusta tämänkaltaisesta tilanteesta oikeasta rakennushankkeesta, vastaa kokemuksiesi perusteella.

27. *Miten paljon tietomalliin mallinnettava tieto riippuu suunnittelualasi käyttämästä tietomallinnusohjelmasta (esim. joutuisitko pohtimaan eri ohjelmien käyttöä täyttääksesi vaatimukset)?*
28. *Mitkä tekijät vaikuttavat kykyysi täyttää ja toteuttaa tietomallivaatimukset?*
29. *Mitkä tekijät voisivat motivoida sinua täyttämään ja toteuttamaan tietomallivaatimukset (esim. niiden selkeys, käytettävyys, pakollisuus tms.)?*
30. *Mitkä tekijät voisivat olla sellaisia, jotka eivät motivoisi sinua toimimaan tietomallivaatimusten ohjeiden mukaisesti (esim. raskaat ja pitkät ohjeet, epäselkeät määrittelyt, liian tarkat vaatimukset tms.)?*

Haastattelukysymykset – Ryhmä C

Tausta

- 1. Kertokaa nimenne, edustamanne yritys sekä tehtävä, jossa toimitte.*
- 2. Kuinka monta vuotta teillä on kokemusta tilaajan, rakennuttajan tai vastaavan tehtävän mukaisesta työstä? Onko teillä jotain toimialallenne myönnettyjä pätevyyskysymyksiä / sertifikaatteja?*
- 3. Kuinka monessa tietomallinnusta käyttävässä rakennusprojektissa olette olleet mukana?*
- 4. Kuinka hyväksi arvioisitte omaa osaamistanne ja ymmärrystänne tietomalliohjelmien käytössä (esim. kuinka hyvin osaatte käyttää ohjelmia, miten hyvin ymmärrätte niiden toiminnan ja rajapinnat, miten hyvin ymmärrätte niiden erot perinteiseen 2D-suunnitteluohjelmaan jne.)?*
- 5. Kuinka hyväksi arvioisitte omaa osaamistanne ja ymmärrystänne tietomallintamiseen liitettävistä työskentelytavoista ja prosesseista (esim. reikäkierto, mallipohjainen suunnitelmien yhteensovitus, mallipohjainen suunnittelunohjaus, tiedonsiirtotavat jne.)?*

Osa 1: Tietomallintamisen hyödyntäminen rakennuttajan / tilaajan näkökulmasta

- 6. Tiedätkö, mihin toimintoihin tietomallinnusta voidaan hyödyntää rakennushankkeessa tilaajan / hankkeen rakennuttavan osapuolen näkökulmasta?*
- 7. Näettekö hyödyt merkittävinä tai houkuttelevina rakennushankkeen tilaavalle / rakennuttavalle osapuolelle?*
- 8. Olisitteko valmiita käyttämään tietomallinnusta tulevaisuuden rakennushankkeissanne potentiaaliset hyödyt huomioon ottaen?*
- 9. Missä rakennushankkeen toteuttamiseen liittyvissä toimenpiteissä tai toiminnoissa haluaisitte hyödyntää tietomallinnusta (esim. määrälaskenta, suunnitelmien yhteensovitus, elinkaarikustannusanalyysit jne.)?*

10. Mitä esteitä näette tietomallinnuksen käytölle tulevissa rakennushankkeissanne?

Osa 2: Kokemukset tietomallintamisesta

11. Minkälaisia kokemuksia teillä on tietomallinnuksesta nykyisissä tai menneissä rakennushankkeissanne?

12. Minkälaisia hankaluuksia / positiivisia saavutuksia tietomallinnus aiheutti nykyisissä tai menneissä rakennushankkeissanne?

13. Miten olette hyödyntäneet tietomallinnusta nykyisissä tai menneissä rakennushankkeissanne?

14. Miten tietomallinnuksen käyttö on vaikuttanut tiedonvaihtorajapintaanne rakennushankkeiden muiden osapuolien kanssa (esim. kommunikointitavat ovat erilaiset verrattuna perinteisellä suunnittelulla toteutettuun hankkeeseen, viestintä tapahtuu piirustusten sijasta tietomalleilla, joudutte kommunikoimaan muiden kanssa enemmän / vähemmän, hankkeen tiedonhallinnan tarve on erilainen tms.)?

15. Miten tietomallintaminen on vaikuttanut osaltanne rakennushankkeissa rakennuttajan / tilaajan roolissa tehtävään päätöksentekoon sekä päätöksiä varten tarvittavaan tietoon (esim. minkä verran tietoa on saatavilla, onko tiedon laatu erilainen verrattuna perinteisellä suunnittelulla toteutettuun hankkeeseen, onko päätöksiä helpompi / vaikeampi tehdä jne.)?

16. Minkälaisia palveluita olette tarvinneet rakennuttajakonsultilta tietomallinnetussa rakennushankkeessa?

17. Millaisena koette tietomallikoordinaattorin roolin tietomallinnetun rakennushankkeen suunnitteluvaiheiden aikana?

Osa 3: Tietomallivaatimukset ja suunnittelusopimukset

18. Miten tietomallintaminen on sisällytetty tai määritelty nykyisissä tilaajan ja suunnittelijan välisissä suunnittelusopimuksissanne?

19. Minkälaisia ongelmia on tietomallintamisen määrittelyssä, kun laaditaan tilaajan ja suunnittelijan välisiä suunnittelusopimuksia?

20. Olettakaa, että tietomallinnettavan rakennushankkeen suunnittelua ohjataan suunnittelijoiden tietomallien sisällölle asetetuilla vaatimuksilla ja tietomallinnustyöhön liittyviä työskentelyprosesseja ohjaavilla vaatimuksilla (eli tietomallivaatimuksilla). Kyseessä olisivat siis eräänlaiset suunnitteluohjeet siitä, miten mallinnus ja siihen liitettävät työt tulee tehdä. Mitä tämänkaltaisten vaatimusten tulisi sisältää oman toimialanne näkökulmasta?

21. Onko hankkeissanne koskaan ohjattu suunnittelijoiden tietomallinnustyötä edellä mainittujen tietomallivaatimusten kaltaisilla ohjeilla (esim. YTV2012 avulla tai joillakin yrityksen sisäisillä ohjeilla)?

Kyllä (jos kyllä, niin mitä kokemuksia)

Ei

22. Miten varmistaisitte, että suunnittelija noudattaa edellä mainittuja ohjeita ja vaatimuksia (esim. sitoisitteko suunnittelijan noudattamaan edellä mainittuja ohjeita tilaajan ja suunnittelijan välisen suunnittelusopimuksen liitteenä vai jollain muulla tavalla)?

23. Miten suhtautuisitte siihen, että edellä mainitut tietomallivaatimukset olisivat tilaajan ja rakennuttajakonsultin yhdessä laatimat tai kokonaan rakennuttajakonsultin laatimat?

24. Rakennuttajakonsultin rooliksi mielletään tilaajan / rakennuttajan etujen ajaminen – jos myös konsultti hyötyisi hankkeen mallintamisesta tietomallivaatimusten mukaisesti (esim. konsultin työn laadun paraneminen, konsultin työhön tarvittavan ajan väheneminen jne.), niin voisiko tämä olla myös omien etujenne mukaista?

Kyllä (jos kyllä, niin miten)

Ei

Aksiaalisen koodauksen tietokanta

Kategorian / yläotsikon nimi	Yläotsikko
Huomioitavia asioita kun tietomallivaatimukset liitetään suunnittelusopimukseen	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Suunnittelusopimus ja suunnittelutarjouspyyntö
Kokemukset tietomallintamisen haitoista	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Kokemukset tietomallintamisesta
Kokemukset tietomallintamisen hyödyistä	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Kokemukset tietomallintamisesta
Kokemukset tietomallintamisesta	<i>Yläotsikko sisältää kategoriat:</i> Kokemukset tietomallintamisen haitoista; Kokemukset tietomallintamisen hyödyistä; Mallintamisen hyötyjen merkittävyys rakennuttajalle / tilaajalle; Miten tietomallinnusta on hyödynnetty menneissä hankkeissa; Tietomallinnuksen esteet tulevia hankkeita koskien; Tietomallintamishankkeiden haasteet tilaajan näkökulmasta; Tietomallintamisen määrittely nykyisissä sopimuksissa; Tietomallivaatimuksista saadut kokemukset; Toiminnot, joihin mallintamista voidaan hyödyntää rakennuttajan / tilaajan näkökulmasta
Mallintamisen hyötyjen merkittävyys rakennuttajalle / tilaajalle	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Kokemukset tietomallintamisesta
Miten tietomallinnusta on hyödynnetty menneissä hankkeissa	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Kokemukset tietomallintamisesta
Mitä sellaista tietoa TMK tuottaa, joka ei ole tietomallissa	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallin tekninen sisältö
Mitä suunnittelijoiden ei kannata mallintaa rakennuttajakonsultin näkökulmasta	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallin tekninen sisältö
Mitä tietoa ARK-suunnittelija ei mallinna	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallin tekninen sisältö
Mitä tietoa ARK-suunnittelija tuottaa malliin	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallin tekninen sisältö
Mitä tietoa LVI-suunnittelija ei mallinna	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallin tekninen sisältö
Mitä tietoa LVI-suunnittelija tuottaa malliin	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallin tekninen sisältö
Mitä tietoa RAK-suunnittelija ei mallinna	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallin tekninen sisältö
Mitä tietoa RAK-suunnittelija tuottaa malliin	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallin tekninen sisältö

Mitä tietoa sähkösuunnittelija ei mallinna	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallin tekninen sisältö
Mitä tietoa sähkösuunnittelija tuottaa malliin	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallin tekninen sisältö
Mitä tietoa TMK tuottaa malliin tai koko hankkeeseen	
Mitä tietomallivaatimusten tulisi sisältää rakennuttajakonsultin näkökulmasta	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallivaatimukset rakennuttajakonsultin näkökulmasta
Prosesseihin liittyvät tarpeet	<i>Yläotsikko sisältää kategoriat:</i> TMK prosessilliset tarpeet; Rakennuttajakonsultin prosessilliset tarpeet; Suunnittelijan prosessilliset tarpeet
Prosessit suunnittelun aikana	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Suunnittelun prosessit, työskentelytavat ja -käytännöt
Rakennuttajakonsultilta / rakennuttavalta osapuolelta tarvittava tieto	<i>Yläotsikko sisältää kategoriat:</i> Suunnittelijan tietotarpeet rakennuttajakonsultilta / rakennuttavalta osapuolelta; TMK tietotarpeet rakennuttajakonsultilta / rakennuttavalta osapuolelta
Rakennuttajakonsultin ja suunnittelijan välinen tiedonvaihtorajapinta	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tiedonvaihtorajapinnat ja tiedonvaihto
Rakennuttajakonsultin ja tilaajan etujen ristiriidattomuus	
Rakennuttajakonsultin ja TMK välinen tiedonvaihtorajapinta	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tiedonvaihtorajapinnat ja tiedonvaihto
Rakennuttajakonsultin kiinnostuksen kohteet mallissa suunnittelijan näkökulmasta	
Rakennuttajakonsultin kiinnostuksen kohteet mallissa TMK:n näkökulmasta	
Rakennuttajakonsultin osaamisvaatimukset tietomallipohjaisessa hankkeessa	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Rakennuttajakonsultin työnkuva
Rakennuttajakonsultin prosessilliset tarpeet	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Prosesseihin liittyvät tarpeet
Rakennuttajakonsultin suorittamat tehtävät mallipohjaisessa hankkeessa	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Rakennuttajakonsultin työnkuva

Rakennuttajakonsultin tietotarpeet	<i>Yläotsikko sisältää kategoriat:</i> Rakennuttajakonsultin tietotarpeet suunnittelijoilta; Rakennuttajakonsultin tietotarpeet tarvesuunnitteluvaiheessa; Rakennuttajakonsultin tietotarpeet hankesuunnitteluvaiheessa; Rakennuttajakonsultin tietotarpeet suunnittelun aikana
Rakennuttajakonsultin tietotarpeet hankesuunnitteluvaiheessa	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Rakennuttajakonsultin tietotarpeet
Rakennuttajakonsultin tietotarpeet suunnittelijoilta	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Rakennuttajakonsultin tietotarpeet
Rakennuttajakonsultin tietotarpeet suunnittelun aikana	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Rakennuttajakonsultin tietotarpeet
Rakennuttajakonsultin tietotarpeet tarvesuunnitteluvaiheessa	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Rakennuttajakonsultin tietotarpeet
Rakennuttajakonsultin työnkuva	<i>Yläotsikko sisältää kategoriat:</i> Rakennuttajakonsultin suorittamat tehtävät tietomallipohjaisessa hankkeessa; rakennuttajakonsultin osaamisvaatimukset tietomallipohjaisessa hankkeessa; tietomallinnuksen vaikutus rakennuttajakonsultin työnkuvaan
Rakennuttajakonsultin työnkuva tilaajan näkökulmasta	<i>Yläotsikko sisältää kategoriat:</i> Tilaajan osaamisvaatimukset konsultille; Tilaajan tarvitsemat palvelut rakennuttajakonsultilta tietomallihankkeessa
Rakennuttajakonsultti ja tietomalliohjelmat	<i>Yläotsikko sisältää kategoriat:</i> Tietomalliohjelmat rakennuttajakonsultin työkaluna; Tietomallinnusohjelmien käytöstä aiheutuvat hyödyt rakennuttajakonsultille; Tietomallin hyödyntäminen konsultin tarpeisiin
Rakennuttavan osapuolen ja suunnittelijan välinen tiedonvaihto	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tiedonvaihtorajapinnat ja tiedonvaihto
Suunnittelijan käyttämän tietomalliohjelman vaikutus tietomallivaatimuksien toteutukseen	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallivaatimukset / tietomalliohjeet
Suunnittelijan prosessilliset tarpeet	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Prosesseihin liittyvät tarpeet

Suunnittelijan tietotarpeet	Yläotsikko sisältää kategoriat: Suunnittelijan tietotarpeet yleisesti; Suunnittelijan tietotarpeet hankesuunnitteluvaiheessa; Suunnittelijan tietotarpeet tarjoustä tehtäessä; Suunnittelijan tietotarpeet suunnittelun valmisteluvaiheessa; Suunnittelijan tietotarpeet ehdotussuunnitteluvaiheessa; Suunnittelijan tietotarpeet yleissuunnitteluvaiheessa; Suunnittelijan tietotarpeet rakennuslupavaiheessa; Suunnittelijan tietotarpeet toteutussuunnitteluvaiheessa
Suunnittelijan tietotarpeet ehdotussuunnitteluvaiheessa	Kuuluu yläotsikkoon: Suunnittelijan tietotarpeet
Suunnittelijan tietotarpeet hankesuunnitteluvaiheessa	Kuuluu yläotsikkoon: Suunnittelijan tietotarpeet
Suunnittelijan tietotarpeet rakennuslupavaiheessa	Kuuluu yläotsikkoon: Suunnittelijan tietotarpeet
Suunnittelijan tietotarpeet rakennuttajakonsultilta / rakennuttavalta osapuolelta	Kuuluu yläotsikkoon: Rakennuttajakonsultilta / rakennuttavalta osapuolelta tarvittava tieto
Suunnittelijan tietotarpeet suunnittelun valmisteluvaiheessa	Kuuluu yläotsikkoon: Suunnittelijan tietotarpeet
Suunnittelijan tietotarpeet tarjoustä tehtäessä	Kuuluu yläotsikkoon: Suunnittelijan tietotarpeet
Suunnittelijan tietotarpeet toteutussuunnitteluvaiheessa	Kuuluu yläotsikkoon: Suunnittelijan tietotarpeet
Suunnittelijan tietotarpeet yleisesti	Kuuluu yläotsikkoon: Suunnittelijan tietotarpeet
Suunnittelijan tietotarpeet yleissuunnitteluvaiheessa	Kuuluu yläotsikkoon: Suunnittelijan tietotarpeet
Suunnittelijoiden ja TMK välinen tiedonvaihto	Kuuluu yläotsikkoon: Tiedonvaihtorajapinnat ja tiedonvaihto
Suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden välinen tiedonvaihto	Kuuluu yläotsikkoon: Tiedonvaihtorajapinnat ja tiedonvaihto
Suunnittelijoidenvälinen tiedonvaihto	Kuuluu yläotsikkoon: Tiedonvaihtorajapinnat ja tiedonvaihto
Suunnittelun prosessit, työskentelytavat ja -käytännöt	Yläotsikko sisältää kategoriat: Prosessit suunnittelun aikana; Työskentelytavat ja -käytännöt suunnittelun aikana

Suunnittelusopimus ja suunnittelutarjouspyyntö	Yläotsikko sisältää kategoriat: Huomioitavia asioita kun tietomallivaatimukset liitetään suunnittelusopimukseen; Tietomalliohjeet suunnittelusopimuksen liitteenä; Tietomallintamisen määrittelyn ongelmat suunnittelusopimuksia laadiattaessa
Tiedonvaihtorajapinnat ja tiedonvaihto	Yläotsikko sisältää kategoriat: Rakennuttajakonsultin ja suunnittelijan välinen tiedonvaihtorajapinta; Rakennuttajakonsultin ja TMK välinen tiedonvaihtorajapinta; Rakennuttavan osapuolen ja suunnittelijan välinen tiedonvaihto; Suunnittelijoiden ja urakoitsijan välinen tiedonvaihto; Suunnittelijoiden ja TMK välinen tiedonvaihto; Suunnittelijoidenvälinen tiedonvaihto
Tietomallikoordinaattori	
Tietomallikoordinaattorin tietotarpeet	Yläotsikko sisältää kategoriat: TMK tietotarpeet hankesuunnitteluvaiheessa; TMK tietotarpeet suunnittelun valmisteluvaiheessa; TMK tietotarpeet ehdotussuunnitteluvaiheessa; TMK tietotarpeet yleissuunnitteluvaiheessa; TMK tietotarpeet rakentamisen aikana
Tietomallin hyödyntäminen konsultin tarpeisiin	Kuuluu yläotsikkoon: Rakennuttajakonsultti ja tietomalliohjelmat
Tietomallin rooli rakennuttajakonsultin ja suunnittelijan välisessä tiedonvaihdossa	Kuuluu yläotsikkoon: Tietomallinnuksen vaikutus tiedonvaihtoon ja sen rajapintoihin
Tietomallin sisältö	

Tietomallin tekninen sisältö	<i>Yläotsikko sisältää kategoriat:</i> Mitä tietoa ARK-suunnittelija tuottaa malliin; Mitä tietoa ARK-suunnittelija ei mallinna; Mitä tietoa LVI-suunnittelija tuottaa malliin; Mitä tietoa LVI-suunnittelija ei mallinna; Mitä tietoa RAK-suunnittelija tuottaa malliin; Mitä tietoa RAK-suunnittelija ei mallinna; Mitä tietoa sähkösuunnittelija tuottaa malliin; Mitä tietoa sähkösuunnittelija ei mallinna; Mitä sellaista tietoa TMK tuottaa, joka ei ole tietomallissa; Mitä suunnittelijoiden ei kannata mallintaa rakennuttajakonsultin näkökulmasta
Tietomallinnuksen esteet tulevia hankkeita koskien	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Kokemukset tietomallintamisesta
Tietomallinnuksen vaikutus rakennuttajakonsultin työnkuvaan	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Rakennuttajakonsultin työnkuva
Tietomallinnuksen vaikutus tiedonvaihtoon ja sen rajapintoihin	<i>Yläotsikko sisältää kategoriat:</i> Tietomallinnuksen vaikutus tilaajan / rakennuttajan ja suunnittelijan väliseen tiedonvaihtorajapintaan; Tietomallin rooli rakennuttajakonsultin ja suunnittelijan välisessä tiedonvaihdossa; Tietomallipohjaisen hankkeen tiedonvaihdon edellytykset; Tietomallinnuksen vaikutus tilaajan / rakennuttajan roolissa tehtävään päätöksentekoon
Tietomallinnuksen vaikutus tilaajan / rakennuttajan ja suunnittelijan välisen tiedonvaihtorajapintaan	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallinnuksen vaikutus tiedonvaihtoon ja sen rajapintoihin
Tietomallinnuksen vaikutus tilaajan / rakennuttajan roolissa tehtävään päätöksentekoon	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallinnuksen vaikutus tiedonvaihtoon ja sen rajapintoihin
Tietomallinnusohjelmien käytöstä aiheutuvat hyödyt rakennuttajakonsultille	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Rakennuttajakonsultti ja tietomalliohjelmat
Tietomallintamisen määrittely nykyisissä sopimuksissa	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Kokemukset tietomallintamisesta
Tietomallintamisen määrittelyn ongelmat suunnittelusopimuksia laadittaessa	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Suunnittelusopimus ja suunnittelutarjouspyyntö
Tietomallintamishankkeiden haasteet tilaajan näkökulmasta	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Kokemukset tietomallintamisesta

Tietomalliohjeet suunnittelusopimuksen liitteenä	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Suunnittelusopimus ja suunnittelutarjouspyyntö
Tietomalliohjeita koskeva käsikirja	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallivaatimukset rakennuttajakonsultin näkökulmasta
Tietomalliohjelmat rakennuttajakonsultin työkaluna	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Rakennuttajakonsultti ja tietomalliohjelmat
Tietomallipohjainen kustannuslaskenta ja rakennuttajakonsultti	
Tietomallipohjaisen hankkeen tiedonvaihdon edellytykset	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallinnuksen vaikutus tiedonvaihtoon ja sen rajapintoihin
Tietomallivaatimukset / tietomalliohjeet	<i>Yläotsikko sisältää kategoriat:</i> Tietomallivaatimukset mallin sisällöstä; Tietomallivaatimukset tietomallintamisen prosesseista ja työskentelytavoista; Tietomallivaatimuksien toteutukseen vaikuttavat asiat; Suunnittelijan käyttämän tietomalliohjelman vaikutus tietomallivaatimuksien toteutukseen; Tietomallivaatimusten / tietomalliohjeiden muoto
Tietomallivaatimukset mallin sisällöstä	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallivaatimukset / tietomalliohjeet
Tietomallivaatimukset mallintamisen prosesseista ja työskentelytavoista	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallivaatimukset / tietomalliohjeet
Tietomallivaatimukset rakennuttajakonsultin laatimina	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallivaatimukset rakennuttajakonsultin näkökulmasta
Tietomallivaatimukset rakennuttajakonsultin näkökulmasta	<i>Yläotsikko sisältää kategoriat:</i> Mitä tietomallivaatimusten tulisi sisältää rakennuttajakonsultin näkökulmasta; Tietomalliohjeita koskeva käsikirja; Tietomallivaatimukset rakennuttajakonsultin laatimina
Tietomallivaatimuksien toteutukseen vaikuttavat asiat	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallivaatimukset / tietomalliohjeet
Tietomallivaatimuksista saadut kokemukset	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Kokemukset tietomallintamisesta
Tietomallivaatimusten / tietomalliohjeiden muoto	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallivaatimukset / tietomalliohjeet

Tietomallivaatimusten sisältö tilaajan näkökulmasta	
Tilaajan osaamisvaatimukset konsultille	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Rakennuttajakonsultin työnkuva tilaajan näkökulmasta
Tilaajan tarvitsemat palvelut rakennuttajakonsultilta tietomallihankkeessa	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Rakennuttajakonsultin työnkuva tilaajan näkökulmasta
Tilaajan tavoitteet ja toiveet	<i>Yläotsikko sisältää kategoriat:</i> Tilaajan tavoitteet tietomallinnushankkeissa; Toimenpiteet, joissa tilaaja haluaisi hyödyntää mallintamista; Tilaajien kiinnostus käyttää tietomallinnusta tulevilla
Tilaajan tavoitteet tietomallinnushankkeissa	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tilaajan tavoitteet ja toiveet
Tilaajien kiinnostus käyttää tietomallinnusta tulevilla hankkeissa	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tilaajan tavoitteet ja toiveet
TMK prosessilliset tarpeet	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Prosesseihin liittyvät tarpeet
TMK tietotarpeet ehdotussuunnitteluvaiheessa	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallikoordinaattorin tietotarpeet
TMK tietotarpeet hankesuunnitteluvaiheessa	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallikoordinaattorin tietotarpeet
TMK tietotarpeet rakennuttajakonsultilta / rakennuttavalta osapuolelta	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Rakennuttajakonsultilta / rakennuttavalta osapuolelta tarvittava tieto
TMK tietotarpeet rakentamisen aikana	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallikoordinaattorin tietotarpeet
TMK tietotarpeet suunnittelun valmisteluvaiheessa	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallikoordinaattorin tietotarpeet
TMK tietotarpeet yleissuunnitteluvaiheessa	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tietomallikoordinaattorin tietotarpeet
Toimenpiteet, joissa tilaaja haluaisi hyödyntää mallintamista	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Tilaajan tavoitteet ja toiveet
Toiminnot, joihin mallintamista voidaan hyödyntää rakennuttajan / tilaajan näkökulmasta	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Kokemukset tietomallintamisesta
Työskentelytavat ja -käytännöt suunnittelun aikana	<i>Kuuluu yläotsikkoon:</i> Suunnittelu prosessit, työskentelytavat ja -käytännöt
Urakoitsija tietomallin käyttäjänä	

Käsikirja tietomallinnettavan rakennushankkeen läpikäyntiin

Käsikirjan laatija: Sakari Tohmo
Viimeksi päivitetty: 26.8.2015

1. JOHDANTO JA YLEISET OHJEET

1.1 Käsikirjan tarkoitus ja merkitys

Tämä käsikirja on laadittu rakennuttajakonsultin näkökulmasta rakennuttajakonsultteja varten. Käsikirjan on tarkoitus toimia rakennuttajakonsultin apuna niissä hankkeissa, joissa harkitaan tai valmistellaan tietomallintavien suunnittelupalvelujen hankkimista. Käsikirja käy hanketta läpi rakennuttajakonsultin näkökulmasta ja luettelee rakennuttajakonsultin suorittamia tehtäviä sekä asioita, joita rakennuttajakonsultin on otettava huomioon tietomallinnettavassa hankkeessa. Käsikirjan ensimmäisessä luvussa esitellään sen taustat sekä yleisiä käyttövaatimuksia ja –ohjeita käsikirjaa koskien.

Käsikirja avustaa tietomallinnettavan rakennushankkeen hankekohtaisten tietomallintamiseen liittyvien dokumenttien laatimisessa, joista tärkein on tietomalliohjeet. Käsikirjan avulla käydään projektikohtaisesti läpi rakennushankkeen ominaisuuksia ja hankkeen tilaajan tarpeita sekä muunnetaan nämä teknisiksi tietomallintamiseen liittyviksi dokumenteiksi. Käsikirjaan itsessään ei tehdä merkintöjä, vaan tietomallintamiseen liittyviä dokumentteja varten on olemassa omat dokumenttipohjansa. Tätä kokonaisuutta käydään tarkemmin läpi luvusta 2 eteenpäin.

Käsikirja ottaa kantaa ainoastaan rakennuttajakonsultin niihin tehtäviin rakennushankkeessa, jotka liittyvät jollain tavalla tietomallintamiseen.

1.2 Miksi hankkeen tietomallintaminen tulee määritellä

Tietomallintamista prosessina sekä tietomalleja tietolähteinä voidaan hyödyntää monin eri keinoin. Rakennusallalla ei ole vielä vakiintunutta toimintatapaa tai pakollista ohjetta siitä, miten mallinnus tulisi suorittaa tai miten malleja tulisi käyttää – on vain olemassa erilaisia suositeltavia ohjeita (esim. YTV2012) ja rakennuttajien / tilaajien / urakoitsijoiden / suunnittelutoimistojen omia sisäiseen käyttöön tarkoitettuja ohjeita. Käsitys siitä, mitä tietomallinnettu hanke sisältää, vaihtelee. Sanonta ”hanke tietomallinnetaan” voi tarkoittaa monia eri asioita ja se vaatii tuekseen määrittelyjä. Pelkän YTV2012:sta liittäminen hankkeeseen sellaisenaan ei myöskään kerro suunnittelijoille mitä hankkeessa pitäisi tehdä. Tämä johtuu siitä, että YTV2012 sisältää paljon vaihtoehtoisia toteutustapoja, projektikohtaista täsmennystä vaativia asioita sekä prosessikuvauksia, jotka ilman tarkennusta jättävät hankkeen osapuolten vastuun epäselväksi.

Tarkempi tietomallintamisen tehtävien määrittely tarkoittaa tarkempia suunnittelutarjouksia. Tilaajan ammattitaito ei aina riitä tietomallinnettavan hankkeen tietomallintamisen käyttötarkoituksen määrittelemiseen tai tietomalliohjeiden laatimiseen. Selkeät ja yksinkertaiset määrittelyt vähentävät tulkinnanvaraisuutta sekä ehkäisevät väärinkäsityksiä ja riitoja hankkeen aikana. Tilaajan tai tilaajan edustajan toimesta suoritettava mallintamistyön ohjeistus selkeyttää vastuusuhteita, koska suunnittelijat eivät ole keskinäisessä sopimussuhteessa.

Mallin käyttötarkoituksen muutokset kesken hankkeen ovat suunnittelijan kannalta työläitä ja haastavia sekä tilaajan kannalta kalliita. Tästä syystä mallin käyttötarkoitus tulisi suunnitella koko hankkeen elinkaaren ajaksi mahdollisimman aikaisin.

Mikäli rakennuttajakonsultti tai joku muu hankkeen osapuolista ei määrittele tietomallintamista sekä siltä vaadittavia asioita, ei suunnittelijoilta ostettu mallintamistyö välttämättä vastaa konsultin ja tilaajan käsitystä siitä, mitä he olisivat suunnittelijan halunneet tekevän. Rakennuttajakonsultin voi olla hankala hyödyntää hankkeessa luotujen tietomallien sisältämää tietoa, mikäli hän ei ole ollut mukana määrittelemässä tietomallien sisältöä. Liian laveat tietomallintamisen määrittelyt johtavat usein siihen, ettei hankkeessa luotuja tietomalleja voida käyttää niiden käyttötarkoitukseen. Epätarkat tietomallintamisen määrittelyt voivat tuottaa tuloksia, joille tilaajalla ei ole käyttöä ja jolloin suunnittelijoille maksetaan turhasta. Suunnittelijat pystyvät myös itse ottamaan kantaa siihen, mitkä tietomalliohjeissa esitetyt vaatimukset ovat toteutettavissa ja mitkä eivät.

Hankkeen tietomallintamiseen liittyville tehtäville tulisi antaa yksilöitävissä olevat vastuut. Vastuuta ei pidä jakaa yleisesti koko suunnitteluryhmälle. Jaetusta vastuusta saattaa tulla ei-kenenkään vastuu. Mikäli vastuut ja tietomalliohjeet määritellään vasta suunnittelusopimuksen laatimisen jälkeen, syntyy suunnittelijoiden ja tilaajan välillä helposti taloudellisia erimielisyyksiä, sillä suunnittelijan näkökulmasta hänen tehtävänkuvansa laajenee sopimuksen ulkopuolelle. Tämä saattaa johtaa siihen, että suunnittelija pyytää työstä lisäkorvausta.

Eri rakennukset toteutetaan eri tavoin, eivätkä kaikki toimintamallit sovi jokaiseen hankkeeseen. Näin ollen hankekohtainen tietomallintamisen määrittely on tarpeellista, sillä tilaajan tavoitteet, käytettävissä olevat resurssit, hankkeen luonne ym. muut asiat vaihtelevat hankkeesta toiseen.

1.3 Käsikirjan soveltamisen ehdot

1.3.1 Käsikirjan käyttäjän osaamistarpeet

Rakennuttajakonsultin tulisi pystyä kertomaan ja perustelamaan tilaajalle jo hankkeen alkuvaiheessa mitä tämä hankkeensa toteuttamiseksi tarvitsee (esim. tietomalliohjeet). Tilaajalle tulisi voida ehdottaa erilaisia ratkaisuja, joilla tilaajan hankkeelle asettamat tavoitteet saadaan täytetyiksi. Konsultilla pitäisi pystyä neuvomaan tilaajaa tietomallintamiseen ja tietomallintamisen määrittelyyn liittyen etenkin silloin, kun tilaaja ei ole tietomallintamisen asiantuntija. Tätä varten konsultilla tulisi olla riittävä asiantuntemus tietomallintamisesta ja sen edellytyksistä, mahdollisuuksista, rajoitteista, hyödyistä ja haasteista.

Mikäli konsultilla itsellään ei ole tarpeeksi asiantuntemusta tai ajallisia resursseja, on hänen syytä suositella tilaajalle ulkopuolisen tietomallintamisen asiantuntijan (esim. tietomallikoordinaattorin) käyttöä. Konsultilla tulee tunnistaa tietomallintamalla toteutettavan hankkeen eri tehtävät. Mikäli konsultin resurssit eivät riitä mainittujen tehtävien suorittamiseen, konsultin tulee velvoittaa hankkeen muita osapuolia tehtävien suorittamiseen tai hankkia lisäresursseja.

Konsultin tulisi osata tarjouspyyntövaiheessa kuvata suunnittelijan tehtävät. Konsultilla pitää olla näkemys siitä, miten suunnitteluprosessin läpivienti tapahtuu ja missä vaiheessa suunnitellaan

mitäkin. Tämä on edellytys tietomallien tietosisällön määrittelylle rakennuttajakonsultin näkökulmasta.

Konsultin pitää tuntea suunnittelusopimukset sekä sopimukseen liittyvä tietomallisanasto. Sopimukseen pitää määritellä tietomallintamisen näkökulmasta mitä tietomallintamiselta halutaan, mallintamisen aikataulu ja missä muodossa tietomalleista saatava tieto halutaan. Lisäksi tulee määritellä kuka tarkastaa ja valvoo suoritusta. Suurin osa näistä määrittelyistä esitetään tietomalliohjeissa.

Käsikirjan yksi päätarkoituksista on tietomalliohjeiden laatiminen. Tietomalliohjeiden laatijan pitää tietää, mitä tietomallintavalla suunnittelulla voidaan saada aikaiseksi sekä miten tarvittava tieto saadaan ulos tietomallista. Tietomalliohjeiden laatijan tulee osata ottaa tarvittava tieto mallista itse tai velvoittaa jotakuta muuta suorittamaan tämä työ. Tietomalliohjeiden laatijan pitää ymmärtää, mitä hyötyjä tietomalliohjeiden toteuttamisesta voidaan saavuttaa sekä kuinka paljon ohjeissa esitetyt vaatimukset kustantavat.

1.3.2 Käsikirjan käytön muut edellytykset

Käsikirjan soveltaminen edellyttää, että rakennuttajakonsultti voi määritellä hankkeen tilaajan kanssa ne asiat, joita hankkeessa tullaan tekemään. Rakennuttajakonsultti tulisi olla mukana hankkeessa sen alkuvaiheista asti. Konsultin pitää päästä vaikuttamaan tietomallintamisen määrittelyyn ennen suunnittelusopimuksen laatimista, mikäli konsultin tulee ohjata suunnittelua tai suorittaa muita tehtäviä, jotka voivat liittyä tietomallintamiseen. Konsultin tulee voida varmistua siitä, että suunnittelusopimukset ja niiden liitteinä olevat tietomalliohjeet sisältävät kaikki tarpeelliset asiat.

1.3.3 Käsikirjan soveltamiseen sopivat hanketyypit

Tämä käsikirja on kehitetty lähtökohtaisesti uudisrakennushankkeille, joissa urakkamuotona on suunnittelua sisältämätön urakka, esim. kokonaisurakka. Lisäksi oletetaan seuraavaa:

- Urakoitsija ei ole mukana määrittelemässä tietomallintamiselta vaadittavia asioita
- Hankkeen suunnittelu-organisaatio toimii jaetun suunnittelun mallilla
- ARK-, RAK, LVI- ja sähkösuunnittelijoille kuuluu toteutus- ja tuoteosasuunnittelu.
- LVI-suunnittelu tulee yhdeltä ja samalta suunnittelutoimistolta (sähkösuunnittelu voi tulla samalta tai eri suunnittelutoimistolta kuin LVI-suunnittelu)
- Hankkeen suunnittelutarjouspyynnöt kilpailutetaan uusilla suunnittelun tehtäväluetteloilla PS12, ARK12, RAK12 ja TATE12 (koska vanhat tehtäväluettelot eivät ota kantaa tietomallintamiseen)

1.3.4 Tietomallintamisen suositteleminen tilaajalle

Rakennuttajakonsultin tulisi osata suositella mallintamista tilaajalle perustelemalla mitä hyötyjä mallintamisella voidaan saavuttaa verrattuna mallintamisen tuomiin kustannuksiin. Rakennuttaja-

konsultin on osattava selostaa tilaajalle mallintamisen eri mahdollisuudet rakennuttamisen näkökulmasta sekä mallintavan suunnitteluprosessin kulku. Tietomallintamista tulee suositella tilaajalle vain silloin, mikäli tilaaja ja tilaajan hanke voivat hyötyä tietomallintamisesta. Tietomallintamisen avulla saavutettavia hyötyjä on käsitelty tarkemmin luvussa 4.1.

Tietomallinnetussa hankkeessa panostetaan enemmän suunnitteluun kuin 2D-suunnittelulla toteutetussa hankkeessa. Hankkeen tietomallintava suunnittelu, tietomallintamisen määrittely ja hankkeen johtaminen voivat maksaa enemmän kuin hankkeen toteutus 2D-suunnittelulla. Taloudellinen panostus tietomallintamiseen maksaa silti itsensä usein takaisin hankkeen kokonaishinnassa.

Tilaajan tulee tiedostaa se, että hankkeen ja tietomallintamisen määrittelyyn on varattava enemmän aikaa kuin 2D-suunnittelun määrittelyyn. Tämä maksaa itsensä silti takaisin, sillä tutkitusti tietomallinnus nopeuttaa koko hankkeen läpivientiin tarvittavaa aikaa.

Tietomallintaminen voi toimia apuna konsultin työtehtävien suorittamisessa. Tilaaja hyötyy tästä, sillä jos tietomallintaminen säästää konsultin aikaa jostakin hänen työtehtävästään, hänellä on enemmän aikaa panostaa muihin hankkeen tehtäviin tai hänen laskuttamansa tuntimäärä on pienempi.

Tietomallintaminen mahdollistaa rakennuksen virtuaalisen rakentamisen ja rakennuksen eri ominaisuuksien tarkastelun, analysoinnin sekä mittaamisen ennen varsinaista rakentamista. Visuaalista mallia sekä mallista saatavaa tietoa voidaan käyttää päätöksenteon tukena. Visuaalinen tietomalli auttaa tilaajia ja rakennuksen tulevia käyttäjiä hahmottamaan ja ymmärtämään suunnitelmien sisällön sekä tulevan rakennuksen ilmeen. Havainnollistavilla tietomalleilla tilojen käyttäjät voivat helpommin ottaa kantaa rakennuksessa suoritettavien toimintojen tilantarpeeseen.

Tilaajan näkökulmasta tietomallintamalla voidaan nostaa suunnitelmien laatutasoa mm. tarkempien suunnitelmien, suunnitelmien paremman tiedonhallinnan sekä kolmiulotteisen suunnitelmien yhteensovituksen kautta. Paremmin yhteensovitettut suunnitelmat tarkoittavat työmaan ongelmatonta etenemistä ja muutostöiden vähenemistä. Koska etenkin kokonaisurakkahankkeissa suunnittelija ja urakoitsija eivät ole sopimussuhteessa keskenään, koituvat huonosti yhteensovitetuista suunnitelmista aiheutuvat kustannukset rakennuttajalle.

1.4 Käsikirjan käyttöohje

Käsikirja toimii rakennuttajakonsultin apuna ja muistilistana niiden dokumenttien luomisessa, jotka koskevat tietomallintamista hankkeessa. Konsultti voi käydä käsikirjan sisältämiä eri toteutusvaihtoehtoja läpi tilaajan kanssa ja suositella hankkeelle ja tilaajalle sopivimmat toteutustavat. Käsikirjaa käydään läpi numerojärjestyksessä (esim. 2.1 → 2.2 → 2.3 jne.), ellei käsikirja ohjeista toisin.

1.4.1 Dokumenttipohjien täydentäminen käsikirjan avulla

Käsikirjan avulla on tarkoitus täydentää kolmea eri dokumenttipohjaa. Dokumenttipohjat ovat:

- Tietomallistrategia

- Tietomalliohjeet
- Tietomallintamisen aloituspalaveri

Tietomallistrategia laaditaan hankkeessa ensimmäiseksi. Tietomalliohjeet tehdään ennen hankkeen suunnittelutarjouspyyntöjen lähettämistä. Tietomallintamisen aloituspalaverin pöytäkirjapohja laaditaan viimeisenä silloin kun suunnittelusopimukset on solmittu, mutta ennen kuin tietomallintamista on aloitettu.

Käsikirja opastaa tekemään dokumenttipohjiin hankkeen kannalta oikeat kirjaukset ja merkinnät. Dokumenttipohjissa on valmista ohjetekstiä. Joihinkin ohjeteksteistä tulee täydentää hankkeen kannalta oikeat termit (esim. valittu vastuutaho). Ohjetekstien yhteydessä täydennettäväksi tarkoitetut kohdat tai tietotyyppi on merkitty **punaisella värillä** (esim. ”**Vastuuhenkilö**”). Tarkemmat kirjoittamiseen tarvittavat ohjeet löytyvät käsikirja luvuista 2, 3 ja 4.

1.4.2 Käsikirjan etenemisjärjestys

Käsikirjan luku 2 ’Käsikirjan runko – projektikohtainen hankkeen läpikäyminen’ kattaa tiivistetyssä muodossa koko hankkeen tarveselvitysvaiheesta suunnittelun alkuun asti. Käsikirjan käyttäjää ohjataan siirtymään pitkin käsikirjan luvusta toiseen (ohjetekstinä ”**Siirry lukuun...**”) sekä suorittamaan tarpeelliset tehtävät. Luku 2 toimii koko käsikirjan runkona. Luku 3 kattaa tietomalliohjeiden yleisen osan laatimisen. Luku 4 kattaa tietomalliohjeiden eri hyödyntämiskeinojen tarkentavan suunnittelun. Käsikirja päättyy hankkeen etenemisjärjestyksessä tietomallintamisen aloituspalaverin järjestämiseen (käsikirjan luku 2.10).

1.4.3 Muuta käsikirjan käyttöön liittyvää

Käsikirjaa ja siihen liittyviä dokumenttipohjia tulee päivittää aika ajoin. Tämä johtuu siitä, että tietomallintamisen prosessit ja toimintatavat, tietomallintamiseen liittyvä ohjeistus, tietomalliohjelmat sekä yritysten osaamistaso ja tarpeet kehittyvät ja muuttuvat.

2. KÄSIKIRJAN RUNKO – PROJEKTIKOHTAINEN HANKKEEN LÄPIKÄYMINEN

2.1 Lähtötietojen kokoaminen ja päätös mallintamisen soveltamisesta (Tarvesuunnittelu- / hankesuunnitteluvaihe)

- Selvitetään rakennettava paikka, tilaajan toimeksianto ja tilaohjelma, mikäli se on jo olemassa
- Tutustutaan mahdollisesti olemassa olevaan inventointimalliin ja sen sisältämiin tietoihin

Tehdään päätös tietomallintamisen soveltamisesta hankkeessa. Tarkastellaan hanketta alla olevissa taulukoissa esitetyistä näkökulmista. Plus-merkit puoltavat sitä, että hanke kannattaa mallintaa ja miinus-merkit sitä, että hankkeen mallintamiseen kannattaa suhtautua varauksella. Sekä plus- että miinus-merkin omaava sarake tarkoittaa sitä, että kyseinen tekijä voi vaikuttaa hankkeen mallintamisen kannattavuuteen sekä positiivisesti että negatiivisesti. Lopullinen päätös tietomallintamisen soveltamisesta on alla lueteltujen tekijöiden synteesi. Yksikään plus-merkki ole ehdottomasti tietomallintamista puoltava eikä yksikään miinus-merkki ole mallintamista ehdottomasti poissulkeva.

Vaikuttavat asiat		Miten vaikuttaa siihen, että kannattaako rakennushanke mallintaa
Aikataulu	Hankkeeseen varattu aika on lyhyt	+ (syynä hankkeen kokonais-aikataulun lyhentyminen)
	Hankkeen suunnitteluvaiheen alussa on kireä aikataulu	-
Budjetti	Hankkeen kustannushallinta vaatii tarkkaa ja nopeasti saatavilla olevaa tietoa tai hankkeessa tavoitellaan mahdollisimman pieniä kustannuksia	+ (syynä tietomallipohjainen kustannuslaskenta)
	Tilaajan suunnittelubudjetti on rajallinen	-
Laatu	Hankkeessa tavoitellaan suunnitelmaratkaisujen korkeaa laatua sekä suunnitelmien tarkkaa yhteensopivuutta	+ (syynä tietomallipohjainen suunnitelmien yhteensovitus)
	Rakennusta ja sen ominaisuuksia (esim. energiatehokkuus) halutaan optimoida	+ (syynä tietomallipohjaiset analyysit)

Vaikuttavat asiat		Miten vaikuttaa siihen, että kannattaako rakennushanke mallintaa
Tilaaja	Hankkeessa on paljon vaihtoehtoisia toteutustapoja tai tilaaja tarvitsee paljon tietoa päätöksentekonsa tueksi	+ (syynä tietomallipohjaiset analyysit)
	Tilaaja ja/tai hankkeessa päätöksiä tekevät tahot eivät ole kykeneviä ymmärtämään 2D-piirustusten sisältöä ilman kolmiulotteista esitystä	+ (syynä tietomallien havainnollisuus)
	Tilaajalla on omia tavoitteita tai intressejä mallintamisen suhteen	+
	Miten paljon tilaaja ja hanke voivat hyötyä mallintamisesta?	+ / -
Hankkeen moni-mutkaisuus ja koko	Hanke on yksinkertainen	-
	Hankkeen suunnitteluratkaisut tulevat todennäköisesti olemaan monimutkaisia	+ (syynä tietomallipohjainen suunnitelmien yhteensovitus)
	Rakennuksen geometria on monimuotoinen	+
	Hanke on suuri	+
Muut tekijät	Voidaanko hankkeeseen saada urakoitsijaa, joka osaa hyödyntää mallia?	+ / -

2.2 Tietomallistrategian laatiminen osa I – tietomallikoordinointi ja osapuolten tehtäväjako (Tarvesuunnittelu- / hankesuunnitteluvaihe)

Rakennuttajakonsultti laatii yhdessä tilaajan kanssa tietomallistrategian, joka on hankkeen tilaajalle tuotettava dokumentti hankkeen tietomallintamisen perusratkaisuista ja siitä, mitä mallintamisella hankkeessa tavoitellaan. Ensimmäisenä tehtävänä tietomallistrategian laatimisessa määritellään tietomallintamisen koordinointiin liittyvät tehtävät sekä se, kuka taho näitä tehtäviä suorittaa.

Tietomallintamisen koordinoinnin vastuut ja tehtävät tulee määrittää ennen suunnittelun tilaamista. Vastuukysymysten määrittäminen on tärkeää etenkin tilaajan näkökulmasta sekä hankkeen muiden osapuolten oikeusturvan kannalta. Tietomallintamisen koordinoimisen tehtävien laajuus tulee määritellä hankkeen haastavuuden ja laajuuden mukaan.

Tietomallikoordinaattorin valinnassa sekä koordinoimiseen liittyvien tehtävien jakamisessa tulee ottaa huomioon seuraavia asioita:

- Onko koordinaattoriksi valittavalla osapuolella valtuuksia vaikuttaa suunnittelijoiden työhön suunnittelusopimusten välityksellä (esim. osallistuuko koordinaattori suunnittelijoiden laskujen maksamisesta päättämiseen)?
- Kuinka paljon koordinaattoriksi valittavalla osapuolella on resursseja hoitaa koordinaattorin tehtäviä? Mikäli koordinointi vaatii merkittävää ajallista panostusta, koordinaattorin ei tule olla sama henkilö kuin hankkeen pääsuunnittelija / rakennuttajakonsultti / jonkin suunnittelualan projektipäällikkö (vaikka koordinointi tulisikin samasta organisaatiosta kuin jokin edellä mainituista)

- Onko koordinaattoriksi valittavalla osapuolella eturistiriitoja muihin hänen suorittamiinsa tehtäviin nähden (esim. onko olemassa vaara siitä, että suunnittelijana toimiva koordinaattori ei suhtautuisi omaan suunnittelutoimistoonsa puolueettomasti)?
- Onko koordinaattoriksi valittavalla osapuolella riittävä asiantuntemus jokaisen suunnittelualan tietomallinnustyöstä?
- Onko koordinaattoriksi valittavalla osapuolella riittävä asiantuntemus jokaisen suunnittelualan tietomalliohjelmien toiminnasta ja niiden rajoituksista?
- Onko koordinaattoriksi valittavalla osapuolella riittävä asiantuntemus rakennushankkeen etenemisen prosesseista
- Tulisiko koordinaattorin olla hankekohtaisista tai organisaatiollisista syistä jossain tietyssä asemassa?
- Lisäksi tulee päättää, kenen kanssa koordinaattorin tai koordinoimistehtäviä suorittavan tahon on tehtävä yhteistyötä?

Jos hankkeeseen hankitaan tietomallikoordinaattori, hänen tehtävänsä määritellään tietomallistrategian luvussa 3 ja tämän käsikirjan luvussa 3.2.7. Yhdenlainen esimerkki vaihtoehtoisista tehtävistä löytyy myös YTV2012:sta, osa 11, liite 2.

Rakennuttajakonsultin ja tilaajan tulee valita jokin seuraavista vaihtoehdoista:

- Hankkeessa ei toimi tietomallikoordinaattoria
- Hankkeen tietomallikoordinaattorina toimii tilaajan edustaja (rakennuttajakonsultti) tai tämän palkkaama alikonsultti
- Hankkeen tietomallikoordinaattori toimii suoraan tilaajan alaisuudessa
- Hankkeen tietomallikoordinaattorina toimii pääsuunnittelusta vastaava suunnitteluala
- Hankkeen tietomallikoordinaattorina toimii jokin muu suunnitteluala

Hankkeeseen ei ole välttämätöntä nimetä erillistä tietomallikoordinaattoria, mutta tietomallistrategian luvussa 3 ja tämän käsikirjan luvussa 3.2.7 esitetyt tehtävät tulisi tällöin jakaa hankkeen muille osapuolille.

Päätetään, kuka (tai ketkä tahot yhdessä) vastaavat ennen suunnittelun alkua suoritettavista tietomallintamisen koordinoinnin tehtävistä. Mikäli vastuutahoksi valitaan useampi kuin yksi taho, tulee määritellä, mikä osapuoli toimii avustavana suorittajana ja mikä osapuoli päävastuullisena. Merkitään tehdyt päätökset hankkeen tietomallistrategiaan (Ks. Tietomallistrategia, luku 3). Rakennuttajakonsultin tulisi toimia päävastaavana tietomallistrategian määrittelyssä, tietomalliohjeiden laatimisessa sekä suunnittelutarjouspyyntöjen laatimisessa.

2.3 Tietomallistrategian luominen osa II – tietomallintamisen tason määrittely (Tarvesuunnittelu- / hankesuunnitteluvaihe)

Osana tietomallistrategiaa rakennuttajakonsultti määrittelee yhdessä tilaajan kanssa tietomallintamisen tason

- Määritellään tilaajan kanssa, mihin tietomallintamista halutaan hankkeessa käyttää ja miten sitä halutaan hyödyntää esim. suunnitelmien yhteensovituksen lisäksi (Ks. Tietomallistrategia, luku 1)

- Määritellään tilaajan kanssa, mitä tai minkä tyyppistä tietoa tietomalleista halutaan (Ks. Tietomallistrategia, luku 2). Tilaaja saa määrittää omat tarpeensa.
- Selvitetään, onko tilaajalla omaa tietomallintamiseen liittyvää ohjetta tai muuta rakennuttamiseen liittyvää ohjetta, joka voi määritellä tietomalliohjeiden sisältöä (Ks. Tietomallistrategia, luku 4).
- Selvitetään, onko tilaajalla omaa tietoteknistä järjestelmää, jossa hankkeessa laadittavien tietomallien tulisi toimia (Ks. Tietomallistrategia, luku 4)
- Rakennuttajakonsultin tehtävänä on valvoa, että tilaajan ilmoittamat tarpeet huomioidaan asetettujen tavoitteiden mukaisesti

Tietomallistrategian dokumenttipohjan täyttämisen jälkeen strategia hyväksytetään tilaajalla.

2.4 Tilamallin laatiminen (Hankesuunnitteluvaihe)

- Laaditetaan tilamalli arkkitehtisuunnittelijalla, mikäli tilojen sijoittelua ei ole suunniteltu tai tilaluetteloa ei ole laadittu. Tilamallin tarkoituksena on tilojen keskinäisten sijaintien hahmottelu sekä tilaluettelon tekeminen rakennuksen tavoitehinta-arvion laatimista varten.
- Tarpeen vaatiessa tilamallia käytetään käyttäjien toimintojen ja materiaalivirtojen suunnitteluun (layout-suunnitteluun) sekä konseptikehitykseen. Mikäli hankesuunnitteluvaiheessa mallinnetaan esim. kilpailullisesta näkökulmasta katsottuna luottamuksellista tai muuten salaista tietoa, tulee tämä ottaa huomioon jos tai kun tilamalli luovutetaan jatkosuunnittelua varten eteenpäin. Luottamuksellinen tieto voidaan poistaa mallista ennen sen luovutusta muille suunnittelualoille lähtötiedoiksi.
- Hankkeessa tulee määritellä, mitä tietoa käyttäjän toimintojen ja käyttäjien prosessien suunnittelu edellyttää sekä mitä näiden sovittaminen rakennettaviin tiloihin vaatii

Hankesuunnitteluvaiheen tilamallia tilattaessa on huomioitava, että sama arkkitehti ei välttämättä jatka hankkeessa hankesuunnitteluvaiheen jälkeen. Hankesuunnitteluvaiheen tilamalli on syytä laadituttaa sellaiseksi, että sen pohjalta voi jatkaa ehdotussuunnitteluvaiheessa.

Mikäli arkkitehtisuunnittelu halutaan kilpailuttaa uudelleen hankesuunnitteluvaiheen päättyessä, laaditaan hankesuunnitteluvaiheen mallintamiselle erilliset tietomalliohjeet. Tällöin käytetään kevennettyä versiota tietomalliohjeista, joka sisältää ohjeiden luvut 1.1, 1.2 ja sen aliluvut, 1.3 ja sen aliluvut, 1.5, 1.6 ja sen aliluvut, 1.7, 1.7.1, 1.7.2, 1.8 ja 2.1.

Kevennettyjä ohjeita laadittaessa tietomalliohjeisiin lisätään vain hankesuunnittelun kannalta oleellisia asioita. Hankesuunnitteluvaiheen suunnittelu kilpailutetaan tämän käsikirjan avulla. Kun hankesuunnitteluvaihe päättyy, tämän käsikirjan käyttöä jatketaan luvusta 2.5 ja laaditaan tietomalliohjeet lopuille suunnitteluvaiheille. Jos hankesuunnittelu on jo toteutettu kun käsikirjan käyttö aloitetaan, kirjoitetaan tietomalliohjeiden luvun 2.1 jokaiseen alilukuun ”Ei ohjeita”.

2.5 Tietomalliohjeiden laatiminen osa I – tietomallintamisen tarkoituksen täsmentäminen (Hankesuunnitteluvaihe)

- Laaditaan tai laaditutaan hankekohtaiset tietomalliohjeet yhdessä tilaajan kanssa
 - o Tilaajan kanssa tulee sopia, miten paljon tilaajaa informoidaan tietomalliohjeiden laatimisen aikana ohjeiden sisällöstä. Laaditut tietomalliohjeet tulee hyväksyttää lopuksi tilaajalla
 - o Suunnittelun tietoteknisten vaatimusten, suunnitteluaineiston hallinnan ja analysoinnin vaatimustason asettamisesta huolehtiminen on rakennuttajakonsultin vastuulla (ks. HJR12, C 4.3)
- Tarkennetaan tietomallintamisen tarkoitusta tietomallistrategian pohjalta määrittelemällä tietomallien käyttötarkoitus ja hyödyntämiskeinot kussakin hankevaiheessa erikseen.
 - o **Siirry tässä vaiheessa käsikirjan lukuun 4 'Tietomallintamisen hyödyntäminen hankkeessa ja erikseen tilattavat tehtävät' ja käy se läpi. Kun olet päässyt luvun 4 loppuun asti, jatka käsikirjan läpikäymistä luvusta 2.6.**

2.6 Tietomalliohjeiden laatiminen osa II – tietomalliohjeiden sisältö (Hankesuunnitteluvaihe)

- Tietomalliohjeissa määritellään tarkemmin kuin tietomallistrategiaan on merkitty, mitä tietoa mallista halutaan, kuka tiedon tuottaa, ketä varten tieto tuotetaan ja mitä toimintoa varten tieto tuotetaan sitä tarvitsevalle taholle
 - o Määritellään, mitä tietoa tilaaja tai konsultti pystyy hakemaan mallista itse ja mikä tieto tulee tuottaa häntä varten suunnittelijoiden toimesta
 - o Määritellään tiedon tuottamisen vastuut
 - o Määritellään, missä hankevaiheessa ja missä aikataulussa tulee tuottaa mitään tietoa
 - o Määrittelyjen laatiminen on kuvattu tarkemmin luvussa 3.1
- Tietomalliohjeissa määritellään tietomallinnuksessa noudatettavat prosessit ja työskentelytavat. Määrittelyjä prosesseja ja tapoja tulee noudattaa tietomallintamisen käyttötarkoituksen täyttämiseksi ja jotta mallintamisen haluttu tietosisältö saadaan ulos mallista
 - o Määritellään työskentelykäytäntöjen päälinjat, jotka koskevat kaikkia suunnittelu-aloja (esim. projektipankin käyttö, suunnittelijoidenvälinen kommunikointi)
 - o Määritellään ne työskentelykäytännöt, jotka koskevat vain yksittäisiä tahoja (esim. suunnitelmien yhteensovitus suoritetaan pääsuunnittelijan toimesta)
 - o Lisäksi määritellään se, miten näitä prosesseja ja työskentelykäytäntöjä ohjataan
 - o Määrittelyjen laatiminen on kuvattu tarkemmin luvussa 3.2
- Tietomalliohjeita täydennetään YTV2012-ohjeella. Mikäli YTV2012:sta ja sen eri vaihtoehtoja ei täsmennetä, jäävät monet asiat edelleen avoimiksi hankkeen alkaessa.
 - o Käytettävät YTV2012:sta osat tulee valita tietomallintamisen käyttötarkoituksen mukaan, luvun 4.1 avulla.
 - o Listaa tietomalliohjeiden lukuun 1.2 kaikki ne YTV2012 osat, joihin liittyviä tietomallintamisen hyödyntämiskeinoja hankkeessa valittiin sovellettavaksi.

Tietomalliohjeiden dokumenttipohjaan on jo kirjattu kaikki ne YTV2012 osat, joita sovelletaan hankkeissa aina. Poikkeuksena on YTV2012 osa 2, jota käytetään vain silloin kun mallinnetaan vanhoja rakenteita. Käytä apuna alla olevaa taulukkoa, jossa on esitetty milloin kutakin YTV2012 osaa tulee käyttää osana tietomalliohjeita.

YTV2012 osa	Sovelletaan hankkeessa
Osa 1 Yleinen osuus	Aina
Osa 2 Lähtötilanteen mallinnus	Vain jos mallinnetaan vanhoja rakenteita
Osa 3 Arkkitehtisuunnittelu	Aina
Osa 4 Talotekninen suunnittelu	Aina
Osa 5 Rakennesuunnittelu	Aina
Osa 6 Laadunvarmistus	Aina
Osa 7 Määrälaskenta	Vain jos sovelletaan luvun 4.1. 2 ”Määrälaskenta” vaihtoehtoa 1 tai 2
Osa 8 Havainnollistaminen	Aina
Osa 9 Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä	Vain jos sovelletaan luvun 4.1.9 ”Sisäilmaolosuhde-simulointi...” vaihtoehtoa 1 tai 2; luvun 4.1.10 ”Elinkaarikustannuslaskenta” vaihtoehtoa 1 tai 2; luvun 4.1.11 ”TATE investointikustannuslaskenta” vaihtoehtoa 1, 2 tai 3; luvun 4.1.7 ”Havainnekuvien...” vaihtoehtoa 2 taikka luvun 4.1.2 ”Valaistuksen visualisointi” vaihtoehtoa 1 tai 2
Osa 10 Energia-analyysit	Vain jos valitaan luvun 4.1.9 ”Sisäilmaolosuhde-simulointi...” vaihtoehtoa 1 tai 2
Osa 11 Tietomallipohjaisen projektin johtaminen	Aina
Osa 12 Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana	Vain jos sovelletaan lukuun 4.1.14 ”Ylläpitotiedon tuottaminen...” kirjoitettuja toimintatapoja
Osa 13 Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa	Aina

2.7 Tietomalliohjeiden laatimisessa huomioitavat asiat (Hankesuunnitteluvaihe)

- Tietomalliohjeita laadittaessa on otettava huomioon seuraavat asiat:
 - o Ohjeiden liiallinen epätarkkuus haittaa toteutusta ja voi johtaa lopputulokseen, joka ei ole tavoitteiden mukainen
 - o Ohjeilla ei kuitenkaan saa puuttua liian pikkutarkasti suunnittelijoiden työhön. Toisaalta suunnittelijalle voi ohjeistaa jopa tiettyjen mallintamistyökalujen käytön, mikäli jonkin muun työkalun käyttö aiheuttaa hankaluuksia hankkeen muille osapuolille tai madaltaa tilaajan laatutavoitteita
 - o Tietomalliohjeita laadittaessa tulee pyrkiä siihen, että kaikki huomattavia kustannuksia aiheuttavat työt on määritelty ja osoitettu tietyille vastuutahoille

- Kaikkien suunnittelualojen tulee mallintaa, jotta tietomalliohjeita voitaisiin soveltaa hankkeeseen
- On melkein mahdotonta määrittellä kaikki mahdolliset asiat tarkasti ja rajatusti heti hankkeen alkuvaiheessa. Tietomalliohjeiden laatijan tulee varautua siihen, että mikäli joitain asioita joudutaan määrittelemään suunnittelun ollessa jo käynnissä, suunnittelijat voivat vaatia tästä lisätyökorvausta. Tämä koskee etenkin sitä, miten urakoitsija haluaa hyödyntää mallia, sillä urakoitsijaa ei usein ole vielä tiedossa tietomalliohjeita laadittaessa. Mikäli tietomalliohjeet laaditaan liian tarkoiksi ja pitkiksi, suunnittelija voi turvautua riskihinnoitteluun tai saatetaan helposti tilata sellaista mallinnustyötä, jota ei tulla koskaan hankkeessa hyödyntämään. Jos jonkin mallintamistyön tarve on epävarma, on parempi jättää työ tilaamatta, mutta varata kyseistä tehtävää varten rahoitus, jolla kyseinen tehtävä voidaan tilata myöhemmin

Tekijät, jotka vaikuttavat suunnittelijoiden kykyyn täyttää tietomalliohjeet

- Motivaatiotekijät
 - Ohjeet ja sen sisältämät määrittelyt on kyettävä perustelemaan. Suunnittelijoiden työsuoritusta motivoi se, jos ohjeissa on perusteltu syy sille, miksi jotain asiaa vaaditaan. Tämä koskee etenkin epätavallisia vaatimuksia. Vaatimukset voidaan perustella esim. tietomalliohjeissa tai kokouksissa. Suunnittelijan tulee tietää, miten mallia aiotaan hyödyntää. Suunnittelijoita motivoi se kun he näkevät, miten heidän mallintamaansa tietoa oikeasti käytetään hyväksi. Mikäli vaatimuksia esitetään ilman, että suunnittelijoiden mallintamaa tietoa hyödynnetään mitenkään, suunnittelijat saattavat turhautua hankkeen suunnitteluun
 - Tietomalliohjeissa pitää tuoda esille kaikille hankkeen osapuolille koitua yhteinen hyöty. Suunnittelijoiden on kyettävä näkemään, miten ohjeiden on tarkoitus tehostaa ja parantaa hankkeen toimintaa. Suunnittelijoiden on tärkeä kokea että he hyötyvät yhteisten tietomalliohjeiden noudattamisesta. Yhteisiä hyötyjä on esitelty tietomalliohjeissa
 - Tietomalliohjeiden pakollisuus ja osoitus siitä, että ohjeiden noudattamista valvotaan
- Suunnittelijan tietomallintamisosaaminen sekä suunnitteluosaaminen
- Suunnittelutoimiston ajalliset resurssit ja suunnittelulle varattu aikataulu. Aikataulu vaikuttaa etenkin tekniikan suunnittelijoihin, jotka aikataulullisesti kulkevat suunnittelujärjestyksessä viimeisenä

Suomessa käytössä olevat tietomalliohjelmat ja niiden ominaisuudet eivät pääasiassa vaikuta suunnittelijan kykyyn toteuttaa tietomalliohjeissa esitetyt vaatimukset. Hankkeessa ei kannata määrittellä suunnittelijoiden käytettäväksi jotain tiettyä suunnitteluohjelmaa, koska ohjelmat vaihtelevat suunnittelutoimistoittain.

Siirry tässä vaiheessa tämän käsikirjan lukuun 3 ja käy se läpi ennen kuin jatkat etenemistä lukuun 2.8.

2.8 Tietomalliohjeiden tarkastaminen

Hankkeessa laaditut tietomalliohjeet tulee tarkastaa. Tietomalliohjeiden tarkastuksen päävastuu määriteltiin jo tietomallistrategiaa laadittaessa (ks. käsikirjan luku 2.2).

Tietomalliohjeiden tarkastaminen rakennuttajakonsultin näkökulmasta:

- Rakennuttajakonsultin tulee varmistaa, että tilaajalle syntyy realistinen käsitys siitä, mitä hankkeeseen laadittuja tietomalliohjeita noudattavalla suunnittelulla saadaan aikaiseksi
- Konsultin tulee varmistaa, että tietomalliohjeisiin ei ole määritelty mallinnettavaksi sellaisia asioita tai tietoa, joita tilaaja tai muut hankkeen osapuolet eivät hyödynnä
- Rakennuttajakonsultti ei voi laatia tietomalliohjeita siitä lähtökohdasta käsin, että vain konsultti itse hyötyy tietomalliohjeiden mukaisesta hankkeen toteuttamisesta. Tilaajan tulee aina hyötyä tietomalliohjeisiin kirjoitetuista vaatimuksista joko suoraan tai välillisesti. Mikäli konsultti laatii ohjeet, jotka hyödyttävät selkeästi nimenomaan konsultin työsuoritusta, tulee hänen voida perustella nämä ohjeet tilaajalle siitä näkökulmasta käsin, että myös tilaaja hyötyy konsultin saavuttamasta hyödystä.
 - o Esim. konsultti voi kirjoittaa tietomalliohjeisiin, että määrälaskennan on onnistuttava tietomallipohjaisesti. Konsultti laskee silloin rakennushankkeen materiaalmäärät tietomallipohjaisesti, mikä on nopeampaa kuin laskettaessa käsin 2D-piirustuksista. Konsultti ei voi kuitenkaan laskuttaa määrälaskennastaan samaa tuntimäärää kuin mitä hän käyttäisi laskentaan 2D-suunnitelmien perusteella, vaan lasku laaditaan toteutuneiden tuntien perusteella. Tilaaja siis hyötyy tietomallipohjaisesta määrälaskennasta rakennuttajakonsultin pienentyneen laskun perusteella
- Tietomalliohjeet eivät saa olla ristiriidassa muiden ohjeiden tai yleisdokumenttien (esim. YTV2012:sta) kanssa. Ohjeet eivät saa olla ristiriidassa tietomallistrategian kanssa ellei jotain periaatetason määrittelyjä ole myöhemmin yhteisesti sopien muutettu
- Konsultin tulee tarkistaa, että tietomalliohjeiden pituus ja laatu vastaavat hankkeen vaativuutta
- Rakennuttajakonsultin tulee lopuksi hyväksyttää tietomalliohjeet tilaajalla
- Tarkistetaan, että laadituilla tietomalliohjeilla ei vaikeuteta konsultin työtä
- Täydennetään lopuksi hankkeen vastuutahot vastuutaulukkoon tietomalliohjeiden selkeyttämisen vuoksi (ks. tietomalliohjeet, luku 1.5). Ne taulukon ruudut, joissa on jo valmiiksi mustalla merkittyjä rasteja, ovat kiinteitä merkintöjä, jotka tulisi säilyttää jokaisessa hankkeessa. Punaisella merkityt rastit ovat hankekohtaisesti valinnanvaraisia.

2.9 Suunnittelutarjouspyyntöjen laatiminen ja suunnittelun ostaminen (Suunnittelun valmisteluvaihe)

- Laaditaan suunnittelutarjouspyynnöt, jotka tietomallintamisen kannalta sisältävät
 - o Suunnittelijoiden lähtötiedot (esim. kuvaus hankkeesta) tai suunnittelijoille toimitettavien lähtötietojen kuvaus. Mikäli hankkeesta on jo olemassa

- inventointimalli tai tilamalli (hankekehitysvaihe on jo suoritettu), niin suunnittelijoille tulee toimittaa tämä malli tai kuvaus mallin tietosisällöstä
- Tietomalliohjeet
 - Suunnittelijoiden tehtäväluettelot. Suunnittelijoiden toimeksiantojen laajuuden asettamisesta huolehtiminen on viime kädessä rakennuttajakonsultin vastuulla (ks. HJR12, kohta C4.2)
 - YTV2012 -ohjeet
- Tarjouspyyntöjä laadittaessa on huomioitava, että kaikkia asioita ei voida vielä määrittellä tarkasti, koska suunnitteluryhmä ei ole vielä koossa. Joidenkin määrittelyjen tarkentaminen pitää jättää tietomallintamisen aloituspalaveriin (ks. tämän käsikirjan luku 2.10)
 - Tarjouspyyntöjä laadittaessa on suositeltavaa, että dokumentit asetetaan seuraavaan pätevyysjärjestykseen
 1. Suunnittelijoiden lähtötiedot
 2. Mahdollinen suunnitteluohje
 3. Tietomalliohjeet
 4. Suunnittelijan tehtäväluettelo
 5. Noudatettavat sopimusehdot, esim. KSE 2013
 6. YTV2012 (niiltä osin kuin sitä hankkeessa noudatetaan)
 - Suunnitteluohjeita on varmistettava
 - Suunnittelutoimiston referenssit sekä tietomallintamisen osaamistaso
 - Hankkeeseen tarjottujen suunnittelijoiden mallintamiskokemus, tietomallintamiseen liittyvä koulutus ja referenssit
 - Hankkeeseen tarjottujen suunnitteluprojektipäällikön tietomallintamisen osaamistaso
 - Suunnittelutoimistojen riittävä ajallinen resursointi kutakin hankevaihetta kohden, etenkin hankkeen alkuvaiheita koskien
 - Kaikkien yllä mainittujen on vastattava tietomalliohjeita sekä hankkeelle asetettuja tavoitteita
 - Tarpeen vaatiessa pidetään suunnittelijaohjeiden kanssa tarjousneuvottelu. Tarjousneuvotteluilla varmistetaan, että suunnittelijat ovat ymmärtäneet tarjouspyynnön oikein ja että heillä on resursseja toteuttaa suunnittelu.
 - Suunnittelusopimuksien solmiminen
 - Viimeistään sopimuksen laatimisen yhteydessä suunnittelijoiden kanssa tulee käydä tietomalliohjeet läpi sekä varmistaa, että suunnittelijat ovat ymmärtäneet ne oikein. Tarpeen vaatiessa tulee määrittellä ohjeissa sekä sopimuksessa esiintyvät termit ja sanalliset ilmaisut, jotta varmistutaan siitä, että kummatkin osapuolet ovat ymmärtäneet ne samalla tavalla
 - Suunnitteluaineiston eli tietomallien luovutusoikeudesta on sovittava tietomalliohjeiden mukaisesti, ks. RT-80343 Konsulttisopimus, kohta 5.
 - Varmistetaan, että suunnittelusopimukseen on kirjattu tarpeelliset yhteistyövelvoitteet eri tahojen välille (esim. ulkopuolisen tietomallikoordinaattorin velvoite toimia yhteistyössä suunnittelijoiden kanssa)

- Sopimuksesta neuvotellessa suunnittelijoille voidaan antaa neuvotteluvaraa tietomalliohjeiden vähemmän tärkeistä osista, mikäli ne nousevat kynnyskysymykseksi suunnittelijalle
- Tietomalliohjeiden tulee olla osa sopimusta. Kun suunnittelutarjouspyyntö liitetään osaksi suunnittelusopimusta, ovat silloin tietomalliohjeetkin osana sopimusta
- Suunnittelusopimuksen liitteet tulee tietomallinnettavassa hankkeessa asettaa seuraavaan järjestykseen
 1. Mahdollinen tarjousneuvottelupöytäkirja
 2. Suunnittelutarjouspyyntö, joka sisältää aiemmin mainitut liitteet
 3. Suunnittelijan antama tarjous

2.10 Tietomallintamisen aloituspalaveri ja suunnittelun valmistelu (Suunnittelun valmisteluvaihe)

- Tietomallintamisen aloituspalaverissa täsmennetään yhdessä koko suunnitteluryhmän kesken yhteiset toimintaperiaatteet koko hankkeelle. Näitä ovat:
 - Osapuolten vastuut (ks. tietomallintamisen aloituspalaveri, luku 5)
 - Käytettävät ohjelmat ja niiden versiot (ks. tietomallintamisen aloituspalaveri, luku 6)
 - Tietomallitekniset asiat, kuten origot ja nimikkeistöt (ks. tietomallintamisen aloituspalaveri, luku 7)
 - Mallien yhteensovittamisen aikataulu sekä mallien mahdolliset tarkastuspisteet (ks. tietomallintamisen aloituspalaveri, luku 11.1)
 - Projektipankin käyttöohjeet, tiedonvaihtoprotokollat ja tiedonsiirtoformaatit
 - Mallintamisen tarkkuustasot
- Yllä lueteltuja asioita täydennetään kokouksen esityslistaan etukäteen niiltä osin kuin se on mahdollista. Tietomallintamisen aloituspalaverin dokumenttipohja sisältää useita täydennettäviä kohtia, jotka tulee hankekohtaisesti sopia suunnitteluryhmän kanssa palaverin aikana.
- Lisäksi tietomallintamisen aloituspalaverissa täsmennetään mallintamisen määrittelyt sekä tarpeen vaatiessa käydään läpi koko suunnitteluprosessi
- Tietomallintamisen aloituspalaveriin kutsutaan paikalle sellaiset hankkeen suunnittelijat, jotka pystyvät ja joilla on valtuudet ottaa kantaa hankkeessa sovittaviin toimintaperiaatteisiin
- Ennen tietomallintamisen aloituspalaveria perustetaan projektipankki, jos sitä ei ole vielä tehty

3. TIETOMALLIOHJEEN SISÄLTÖ

3.1 Tietomallien sisältöön liittyvät määrittelyt

Tämän luku ohjeistaa hankkeessa luotavien tietomallien tietosisältöjen määrittelyyn.

3.1.1 Tietotarpeet ja mallin käyttötarkoitus mallin sisällön perustana

Mallin sisällön määrittelyn tulee kussakin hankevaiheessa perustua siihen, mitä tietoa tarvitaan seuraavassa hankevaiheessa. Tietomallin sisältö perustuu myös tietomallin käyttötarkoitukseen hankkeessa. Erilaiset tietomallien hyödyntämiskeinot asettavat omia vaatimuksiaan mallien sisällöille.

Tietomallien tietosisällön tulee perustua tietotarpeeseen. Tietoa tarvitsevan tahon tulisi määritellä, mitä tietoa, miten ja koska hän sitä tarvitsee. Tilaajan tulisi pystyä määrittelemään tarvitsemansa tieto rakennuttajakonsultin tai jonkun muun hankkeen osapuolen avulla. Tietotarpeet pyritään määrittelemään tietomallistrategiassa.

Myös suunnittelijoiden tulee tarkentaa omat tietotarpeensa kun koko suunnitteluryhmä on valittu. Myös hankkeen muilla osapuolilla, kuten esimerkiksi kustannusseurantaa suorittavalla rakennuttajakonsultilla tai hankintoja kilpailuttavalla urakoitsijalla, voi olla omia tietotarpeitaan. Nämä tietotarpeet määrittelevät kaikkien hankkeessa tuotettavien tietomallien sisältöä.

Tietomallin sisältöä määriteltäessä tulee ottaa huomioon, että suunnittelijoiden ei kannata jakaa koko natiivimallinsa tietosisältöä muille suunnittelijoille. Tietomalliohjeissa tulee tarpeen vaatiessa määritellä erikseen jaettavien mallien sisältö ja suunnittelijoiden omien mallien sisältö.

3.1.2 Mallin sisältö hankevaiheiden mukaan

Tietomallien tietosisältö ja tiedon kerääntymisen järjestys perustuu siihen, että tietomallin tulee vastata tiettyä käyttötarkoitusta kussakin hankevaiheessa. Siksi määritellä se, missä vaiheessa kukin suunnitteluala etenee tietomallinnustyössään. Pyritään välttämään sitä, että jotkin suunnittelualat joutuisivat mallintamaan samoja asioita useaan kertaan. On otettava huomioon, että:

- Kaikkien suunnittelualojen ei ole välttämätöntä mallintaa heti ehdotussuunnitteluvaiheessa
- Suunnittelijoiden tulee suunnitella ja luonnostella suunnittelutyötään ennen mallinnusta

Tietomalliohjeiden hankevaiheittaisissa vaatimuksissa (ks. tietomalliohjeet, luku 2) tulee esittää kunkin suunnittelualan (ARK, RAK, LVI, S) mallin tietosisältö hankevaiheittain YTV2012:n mukaisesti. YTV2012:n listaukset tietomallien sisällöstä hankevaiheittain sisältävät kuitenkin projektikohtaisia vaatimuksia. Tietomalliohjeiden lukujen 2.2, 2.3 ja 2.5 alalukuihin tulee merkitä ne projektikohtaiset osat, jotka mallinnetaan kussakin hankevaiheessa YTV2012 mukaisesti.

YTV2012:n mukaiset mallien tietosisällöt löytyvät:

- ARK: YTV2012 osa 3, luku 6 (Arkkitehtimallien sisältövaatimukset)
- RAK: YTV2012 osa 5, liite 1 (Rakennemallin tietosisältö)
- LVI ja S: YTV2012, osa 4, liite 1 (Taloteknisen tietomallin mallinnettavat komponentit)

Lisäksi suunnittelijoiden tehtäväluetteloihin pitää tehdä seuraavat merkinnät:

- ARK 12: D 4.4 Tehdään tietomallintaminen sovittuun tasoon

Mikäli hankkeessa suunnitellaan erikoistekniikkaa tai tiloissa suoritettavat toiminnot vaativat tavallisesta poikkeavia tilavarauksia, on tällaisten tilavarausten mallinnus suositeltavaa teettää jollakin suunnittelualalla. Tällaisia tilavarauksia ovat mm:

- Käyttäjän suorittamien toimintojen vaatima tila
- Tilaajan erillishankinnat
- Erikoistekniikan tilavaraukset, ennen kuin erikoistekniikan suunnittelu on vielä alkanut

Tietomallien hankevaiheittainen ja aikataulutettu sisältö liittyy tilaajan päätöksentekoon. Mallin sisällön aikataulutus on olennainen osa tilaajan suunnittelu-ratkaisujen hyväksymisen aikataulua.

3.1.3 Tarkemmin mallinnetut tilat ja asiat

Mikäli rakennushankkeessa halutaan mallintaa jotkin tilat tarkemmin kuin muut tilat, tulee nämä tilat sekä niiden tarkkuustaso määritellä tietomalliohjeissa kullekin suunnittelualalle erikseen. Ohjeisiin tulee kirjoittaa, missä hankevaiheessa valittujen tilojen mallinnustarkkuus viedään tarkemmaksi kuin muiden tilojen. Alla esimerkkeinä tilatyyppejä, joista voidaan suorittaa tarkempi mallinnus kuin rakennuksen muista tiloista:

- Rakennuksen avaintilat, esim. pääaula. Tärkein syy avaintilojen tarkemmalle mallinnukselle on tilojen visuaaliset tekijät
- Erikoistilat tai vaikeasti toteutettavat tilat. Tämänäyttävien tilojen tärkeimpiä syitä tarkemmalle mallinnukselle ovat suunnitteluratkaisujen haastavuus, eri tekniikka-alojen yhteensopivuus ja tiloissa tapahtuva erikoistoiminta
- ”Mallitila” – yksi monista myytävistä tiloista mallinnetaan virtuaaliseksi esittelytilaksi kaupallisiin tarkoituksiin, esim. asunnon esittely tuleville ostajille. Jos mallitila luodaan, on se syytä mallintaa täydellisesti pintavärejä, kalusteita, putkituksia, sähköjohtoja ym. myöten.

TATE-suunnittelijoiden voivat mallintaa myös talotekniikan palvelualueet. Mikäli hankkeessa tehdään taloteknistä analysointia, voi olla suositeltavaa mallintaa myös tekniikan palvelualueet. Mikäli näin päätetään tehdä, kirjataan tarvittavat ohjeet tietomalliohjeiden lukuun 2.3.6 ja 2.3.7.

3.1.4 Tietomallintamisen aikataulu

Mallintamisen aikataulua sekä eri suunnittelualojen keskinäistä mallintamisjärjestystä suunnitellessa tulee ottaa huomioon alla olevat tekijät:

Ehdotussuunnittelu

- Aloittaako rakennesuunnittelija mallintamisen jo ehdotussuunnitteluvaiheessa mallintamalla runkojärjestelmien ehdotukset? Kirjataan tästä asiasta tehty päätös tietomalliohjeiden lukuun 2.2.5. Jos ehdotussuunnitteluvaiheessa halutaan tehdä tietomallipohjaista määrä- tai

kustannuslaskentaa rakennuksen rungosta, on rakennesuunnittelijan pakko aloittaa tietomallintaminen ehdotussuunnitteluvaiheessa.

- Aloittavatko LVI-suunnittelija ja / tai sähkösuunnittelija mallintamisen jo ehdotussuunnitteluvaiheessa laatimalla tietomallipohjaisen TATE-vaatimusmallin vai tyydytäänkö dokumenttipohjaiseen TATE-vaatimusmalliin? Kirjataan tästä asiasta tehty päätös tietomalliohjeiden lukuun 2.2.6 ja 2.2.7. Mikäli hankkeessa tehdään energiasimulointia, on suositeltavaa laadittua tietomallipohjainen vaatimusmalli.
- Mallintaako arkkitehti ehdotussuunnitteluvaiheessa TATE:n tilavaraukset vai tyydytäänkö tieto- ja 2D-suunnitelmapohjaisiin tilavarauksiin? Kirjataan tästä asiasta tehty päätös tietomalliohjeiden lukuihin 2.2.4, 2.2.6 ja 2.2.7. Mikäli arkkitehti mallintaa tilavaraukset, lisäohjeita saa julkaisusta YTV2012, osa 4, luku 4.1.

Yleissuunnittelu

- Kantavien rakenteiden paikat tulee olla suunniteltuna eli rakennesuunnittelijan rakennusosamalli tulee olla laadittuna ennen kuin TATE-suunnittelijat alkavat mallintamaan tekniikoidensa pääreittejä. TATE-suunnittelijoiden tulee tietää mahdolliset tekniikan kulkureitit sekä ne rakenteet, joihin ei saa tehtyä reikiä.
- Mikäli kohteessa on ontelolaattavälipohjat: isoja pystysuoria läpivientejä vaativat kalusteet (esim. WC-istuimet) tulee suunnitella samaan aikaan kuin ontelolaatat, sillä läpivientejä ei voi tehdä ontelolaatan kannaksen kohdalle. Tämä koskee arkkitehtiä (läpivientejä tarvitsevien kalusteiden paikkojen suunnittelu), rakennesuunnittelijaa (ontelolaattojen suunnittelu) ja LVI-suunnittelijaa (läpivientien suunnittelu)

Toteutussuunnittelu

- Arkkitehdin tulee lyödä lukkoon kiinteiden kalusteiden sekä muiden johdotuksia tarvitsevien isojen esineiden tarkat koot ja sijainnit ennen kuin LVI- ja sähkösuunnittelija mallintavat tekniikkansa (esim. sähkö- ja vesijohdot) valmiiksi. Tällä pyritään välttämään sitä, että TATE-suunnittelijat joutuvat muuttamaan tekniikkansa sijoittelua moneen kertaan.

Mallintamisen aikataulua suunniteltaessa rakennuttajakonsultin tulee ottaa huomioon tilaajan kyky hyväksyä suunnitteluratkaisuehdotukset tietyssä aikataulussa. Tähän voi vaikuttaa esim. tilaajan organisaatio ja eri käyttäjien määrä.

3.1.5 Tietomallin sisällön jaottelu

Päätetään, jaotellaanko mallit eri osiin esim. lohkojen, kerroksien, tekniikka- tai rakennusryhmien mukaisesti. Mitä isompi kohde on, sitä suositeltavampaa on jakaa se useampaan malliin.

Kaikkien suunnittelualojen on edettävä jaotelluissa malleissa samassa järjestyksessä (esim. järjestys ARK-RAK-TATE: ensin lohko A, sitten B jne.). Järjestys tulee suunnitella ennen mallintamisen aloitusta. Mallin sisällön jaottelu sovitaan viimeistään tietomallintamisen aloituspalaverissa (ks. tietomalliohjeet luku 1.7.1 tai ks. tietomallintamisen aloituspalaveri kohta 7.3).

3.1.6 Tietomallin sisällön tarkistus

Hankkeessa tulee määritellä se, mitä asioita mallista tarkistetaan ja kenen toimesta mikäkin tarkistus suoritetaan. Osa tarkistettavista asioista on suunnittelijoiden vastuulla, osa on tietomallintamisen koordinoimisesta vastaavan tahon vastuulla sekä jotkin asiat voivat olla näiden kummankin vastuulla. Viime kädessä kuitenkin suunnittelijalla on vastuu tuotoksestaan.

Tietomalliohjeiden lukuun 1.3.3 tulee kirjata se vastuutaho, joka vastaa siitä, että suunnittelijoiden natiivimalli kääntyy IFC-malliksi oikein.

Suunnitteluryhmän ulkopuolisesta mallien tarkastuksesta kerrotaan lisää tämän käsikirjan luvuissa 3.2.3 ja 3.2.7

3.1.7 Vanhojen rakenteiden mallintaminen

Mikäli rakennettavalla alueella on olemassa olevia ja säilytettäviä vanhoja rakenteita, on ne suotavaa mallintaa hankkeen alkuvaiheessa. Tämä tarkoittaa ns. inventointimallin laatimista. Hankkeen tietomalliohjeiden lukuun 1.7.2 tulee silloin kirjata seuraavat asiat:

- Kuka vastaa vanhojen rakenteiden mallintamisesta?
- Millä tarkkuudella vanhat rakenteet mallinnetaan (esim. YTV2012 osa 2 tasot 1-3)?
- Kuka vastaa olemassa olevien rakenteiden mittauksesta (esim. laserkeilauksesta) ja mittatietojen läpikäymisestä?
- Miten uuden rakennuksen ja olemassa olevien rakenteiden liittymäkohta mallinnetaan?
- Mallinnetaanko naapurustossa sijaitsevat rakennukset karkealla tarkkuudella havainnollistavuuden vuoksi?

Lisätietoja tästä löytyy YTV2012 osa 2.

3.2 Työskentelytavat ja –käytännöt

Tässä luku ohjeistaa hankkeessa noudatettavien työskentelytapojen sekä –käytäntöjen määrittelyyn.

3.2.1 Tietomallien päivitys

Tietomalliohjeisiin määritellään, koska tietomallit tulee päivittää projektipankkiin tai vastaavaan tiedonhallintajärjestelmään missäkin hankevaiheessa. Suositeltava aikaväli on 1-4 viikkoa hankkeen loppua kohti tihentyen. Rakentamisen aikana suositeltava päivitysväli on 1-2 viikkoa. Tehdään tarvittavat merkinnät tietomalliohjeiden lukuun 1.3.1.

Lisäksi sovitaan, kuka tai ketkä päivittämisestä vastaavat ja miten päivittäminen tapahtuu. Tästä sovitaan tarkemmin tietomallintamisen aloituspalaverissa, kohdassa 5.1.

Lisäksi määritellään, kuinka monta päivää aikaisemmin tietomallit tulee toimittaa hankkeen projektipankkiin suunnittelupalavereja sekä suunnittelukokouksia varten. Tehdään tarvittavat merkinnät tietomalliohjeiden lukuihin 1.6.1 ja 1.6.2.

3.2.2 Projektipankki ja tiedon hallinnointi

Päätetään, kuka vastaa hankkeen projektipankin tai vastaavan tiedonhallintajärjestelmän tilaamisesta, sen sisällön seuraamisesta sekä pankin hallinnoinnista ja kansiorakenteen suunnittelusta. Merkitään valittu vastuutaho tietomalliohjeiden luvun 1.5 taulukkoon.

Tarvittaessa projektipankkia voidaan käyttää suunnittelijoita sitovana työvälineenä. Tällöin kirjataan tietomalliohjeiden lukuun 1.3.2 seuraava ohje: tieto, jota ei ole projektipankissa, ei ole hankkeen kannalta olemassa.

Projektipankin sijaan voidaan myös käyttää tietomallipalvelinta. Mikäli tietomallipalvelinta käytetään, tulee ottaa huomioon mitä vaatimuksia se asettaa palvelimelle tallennettaville malleille. Lisäksi tulee määritellä se, kuinka usein malli synkronoidaan palvelimelle.

3.2.3 Suunnitelmien ja tietomallien yhteensovitus

Tietomallien yhteensovituksen tärkeys kasvaa sitä mukaa, mitä geometrisesti monimutkaisempi hanke on kyseessä. Tietomallien yhteensovituksessa käytettävää yhdistelmämallia käsitellään suunnittelijapalaverissa.

Kirjataan tietomalliohjeisiin (ks. tietomalliohjeet, luku 1.4.1) sopivat ohjeet seuraavien päätösten pohjalta:

- Päätetään, mitä ohjelmaa yhteensovituksessa käytetään. Tämä voidaan päättää vain, mikäli tietomallien yhteensovituksesta vastaava taho on jo valittu.
- Päätetään, suoritetaanko tietomallien yhteensovituksen yhteydessä laskennallinen törmäystarkastelu vai tyydytäänkö visuaaliseen yhteensovitukseen. Mahdollisen törmäystarkastelun suorittava taho valitaan tämän käsikirjan luvussa 3.2.7
- Päätetään, käytetäänkö yhteensovitusohjelman sisäisiä kommentointityökaluja. Tämä voidaan päättää vain, mikäli tietomallien yhteensovituksesta vastaava taho on jo valittu.
- Päätetään, laaditaanko yhdistelmämallista tietomalliselostus, johon kootaan kaikkien tietomalliselostuksien pääkohdat.
- Lisäksi tietomalliohjeiden lukuun 1.4.1 kirjataan tietomallien yhteensovittamisen vastuutahot.

Viimeistään tietomallintamisen aloituspalaverissa tulee sopia, koska tietomallit yhteensovitetaan missäkin hankevaiheessa ja millä aikataululla (ks. tietomallintamisen aloituspalaveri, luku 11.1). Koska pääsuunnittelijalla on lakisääteinen vastuu suunnitelmien yhteensovituksesta, myös hänen tulee ottaa kantaa tähän asiaan.

On suositeltavaa, että tietomallit tarkastetaan yhteensovituksen yhteydessä suunnitteluryhmän ulkopuolisen tahon tai pääsuunnittelijan toimesta (ks. tämän käsikirjan luku 3.2.7).

3.2.4 Toteumatietojen mallinnus

Hankkeessa tulee määritellä se, mallinnetaanko toteutuneen rakennuksen tieto eli ns. punakynäkuvat. Mikäli tämä päätetään tehdä, tulee päättää seuraavat asiat:

- Kuka vastaa toteumatietojen hankinnasta, eli rakenteiden mittauksista, asennuksien tarkastuksesta ja näistä saatavan tiedon toimituksesta?
 - o Useimmiten tiedon toimittaja on urakoitsija
 - o Yksi keino saada toteumamalliin luotettavaa tietoa on kieltää työmaata tekemästä muutoksia ennen kuin kyseinen kohta on suunniteltu ja mallinnettu. Tämä ei kuitenkaan ole aina mahdollista
- Millä tarkkuudella toteumatiedot mallinnetaan? Huomioon tulee ottaa seuraavia asioita:
 - o Tuotevalmistajan tuotetta kuvaava oikea objekti saattaa puuttua suunnittelijan tietomalliohjelmasta. Tätä varten on määriteltävä, mitkä objektin ominaisuudet ovat toteumatietojen mallinnuksen kannalta tärkeimpiä ja minkä tietojen mallinnuksesta voidaan ”oikaista” (esim. objektin geometria, nimi, materiaalitiedot jne.)
 - o Minkälainen mittatoleranssi asennuksien mallintamisessa on?

Tarkin ja laajin vaihtoehto on tehdä täydellinen as-built –malli.

Kirjoitetaan tarvittavat ohjeet tietomalliohjeiden lukuun 1.7.3.

Mikäli toteumatietoja mallinnetaan millään tavalla, tulee suunnittelijoiden tehtäväluetteloihin tehdä seuraavat merkinnät:

- ARK12-tehtäväluettelo:
 - o I4 Laaditaan tietomallintamiseen liittyvä toteumamalli
- RAK12-tehtäväluettelo:
 - o G 4.16 Viedään toteumatiedot tietomalliin
 - o I6 Täydennetään tietomalliin toteumatiedot
 - o J4.3 Toimitetaan tietomalli tilaajalle (toteumamalli)

Lisäksi on syytä harkita seuraavien tehtäväluetteloiden kohtien valitsemista:

- TATE12-tehtäväluettelo
 - o I6.12 Täydennetään laitehyväksyntävaiheessa suunnittelualakohtaiset mallit valituilla laitetiedoilla, jolloin pystytään ohjelmallisesti tarkistamaan verkostojen toimivuus
 - o I6.13 Päivitetään yhdistelmämalli urakoitsijoiden toimittamien lopullisten asennustietojen perusteella

3.2.5 Tietomallien luovutus

Tilaajan kanssa tulee määritellä se, miten tietomallit luovutetaan tilaajan ja hankkeen muiden osapuolien käyttöön hankkeen aikana ja hankkeen jälkeen sekä missä muodossa mallit luovutetaan. Alla on lueteltu vaihtoehtoisia tietomallien luovutustapoja:

- Suunnittelija luovuttaa tilaajalle hankkeen päättyessä IFC-muotoisen tietomallin

- Suunnittelija luovuttaa IFC-muotoisen tietomallin tilaajan käyttöön hankkeen aikana esim. urakkakyselyitä varten
- Suunnittelija luovuttaa IFC-muotoisen tietomallin tilaajan ja urakoitsijan käyttöön hankkeen aikana
- Rakennesuunnittelija luovuttaa natiivimuotoisen tietomallien tilaajan ja urakoitsijan käyttöön hankkeen aikana

Huomioi, että jotkin tietomallintamisen hyödynnyskeinot vaativat noudatettavaksi tietynlaista tietomallien käyttöoikeuksien luovutustapaa.

Tehdään tarvittavat kirjaukset tietomalliohjeiden lukuun 1.3.6.

3.2.6 Suunnitteluratkaisujen hyväksyntä

Suunnittelijoiden tulee tietää, mitä tietoa tilaaja tarvitsee päätöksentekoaan varten ja millä aikataululla päätöksiä pyritään tekemään, esim. koska ehdotussuunnitteluratkaisujen tulisi olla hyväksyttyinä. Tämä liittyy olennaisesti mallin sisällön hankevaiheittaiseen määrittelyyn.

Hankkeessa tulee myös määrittellä se, miten tietomallintamisen ja suunnittelun eteneminen todetaan ja miten suunnitteluratkaisut hyväksytään. Suunnittelun etenemisen todentaminen vaikuttaa mm. suunnittelijoiden lähettämien laskujen maksamiseen. Hankkeessa tulee määrittellä, onko hyväksyttyjen suoritusten perusteena esim. tuotettu tietomalli, tietomallin kautta tuotetut suunnitelmat, tietomallin analysoinnin tuloksien esittäminen tai jokin muu.

Rakennuttajakonsultin tulee pohtia omaan rooliinsa tilaajan edustajana liittyen, miten päätöksentekoa sekä hyväksyntää varten tarvittava tieto esitellään tilaajalle.

3.2.7 Tietomallintamisen koordinoinnin tehtävien määrittäminen: Suunnittelun valvonta ja tarkastus (suunnittelun aikana tapahtuvat toimenpiteet)

Päätetään, kuka (tai ketkä yhdessä) vastaavat seuraavalla sivulla olevassa taulukossa esitetyistä asioista. Mikäli kyseessä ei ole jatkuva tehtävä, tulee päättää, kuinka usein alla luetellut toimenpiteet suoritetaan. Mikäli taulukon jokin osa on värjätty mustaksi, ei sitä voi valita kyseisen vastuutahon suoritettavaksi. Valkoisella pohjalla oleville taulukon tehtäville on syytä valita aina jokin vastuuhenkilö. Harmaalla pohjalla oleville tehtäville ei ole pakollista valita vastuuhenkilöä, mutta se on suositeltavaa. Taulukko sisältää myös valmiita merkintöjä vastuujaosta, jotka on syytä säilyttää jokaisessa hankkeessa.

Tehdään tarvittavat merkinnät tietomalliohjeiden lukuun 1.8, josta löytyy samanlainen taulukko kuin seuraavalla sivulla on esitetty. Täsmennetään taulukon alle taulukon luettelemien tehtävien kuvauksia niiltä osin kuin se on tarpeellista.

Tehtävä	Vastuun taso	Vastuutaho				Koska tehtävä suoritetaan
		PS	TMK	Rakennuttaja-konsultti	Suunnittelualat (mikä ala?)	
Tietomalliohjeissa noudatettavaksi määrättyjen prosessien valvonta	Päävastuu					
	Avustava					
Tietomallinnuksen aikataulun toteutumisen valvonta	Päävastuu					
	Avustava					
Suunnitelmien ja suunnitteluratkaisujen kommentointi ja tarkastus	Päävastuu					
	Avustava					
Omien tietomallien ja tietomalliselostuksien tarkastus	Päävastuu				Kaikki	Mallien jakamisen yhteydessä
Tietomallien ja tietomalliselostusten sisällön tarkastus, vertaaminen tietomalliohjeisiin sekä tietomallien sisällön kommentointi (suunnittelijoiden työn tuplatarkastus)	Päävastuu					
	Avustava					
2D-suunnitelmien sisällön vertaaminen tietomalliin sisältöön	Päävastuu					
	Avustava					
Suunnittelijapalaverien koollekutsuminen sekä palaverien johtaminen (jatkuva)	Päävastuu					Jatkuvasti koko hankkeen ajan
Tietomallien yhteensovitus, yhdistelmämallin laatiminen, mallien risteämien etsintä	Päävastuu					
Yhdistelmämallin törmäystarkastelu sekä törmäystarkastelun raportointi	Päävastuu					
Suunnitelmien yhteensovitus yhdistelmämallin avulla	Päävastuu	X				
	Avustava					
Mallintamistyön ohjaus ja neuvonta koko suunnitteluryhmälle (jatkuva)	Päävastuu					Jatkuvasti koko hankkeen ajan
	Avustava					

3.2.8 Muut tarkemmat määritykset ja ohjeet

Aiemmin luvussa 3 tehtyjen päätösten takia voidaan joutua täsmentämään joitakin eri osapuolten hankevaiheittaisia tietomalliohjeita. Tietomalliohjeiden luku 2 sisältää valmiiksi alaotsikot kullekin eri hankkeen osapuolelle. Tehdään tietomalliohjeiden luvun 2 alalukuihin tarvittavat täydennykset tarkentavista ohjeista.

Olet nyt päässyt luvun 3 loppuun ja tietomalliohjeet ovat valmiit. Palaa seuraavaksi tämän käsikirjan runkoon ja jatka luvusta 2.8 Tietomalliohjeiden tarkastaminen.

4. TIETOMALLINTAMISEN HYÖDYNTÄMINEN HANKKEESSA JA ERIKSEEN TILATTAVAT TEHTÄVÄT

Monet tietomallintamisen hyödyntämiskeinoista liittyvät jollain tavalla suunnittelun ohjaukseen. Tiivistettynä, tietomallintamista voidaan hyödyntää suunnittelun ohjauksessa mm. seuraavilla keinoilla:

- Suunnittelun ohjaus suunnitelmaratkaisujen laadullisesta näkökulmasta tietomallipohjaisesti. Tätä tukevat
 - Sisäilmaolosuhdesimulointi ja virtaussimulointi (ks. luku 4.1.9)
 - Elinkaarikustannuslaskenta (ks. luku 4.1.10)
 - Valaistuksen visualisointi (ks. luku 4.1.12)
 - Tietomallipohjainen reikä- ja varaussuunnittelu (ks. luku 4.1.13)
- Suunnittelun ohjaus kustannushallinnan näkökulmasta tietomallipohjaisesti. Tätä tukevat
 - Tavoitehinta-arvio (ks. luku 4.1.1)
 - Määrälaskenta (ks. luku 4.1.2)
 - Kustannuslaskenta ja –seuranta suunnittelun aikana (ks. luku 4.1.3)
 - TATE investointikustannuslaskenta (ks. luku 4.1.11)
- Suunnittelun ohjaus toteutuksen ja aikataulun näkökulmasta tietomallipohjaisesti
 - Mallin käyttö työmaavaiheessa (ks. luku 4.1.5)
 - Mallin käyttö tuotannonohjauksessa (ks. luku 4.1.6)
- Tilaajan ja käyttäjien suunnittelun ohjaus tietomallipohjaisesti
 - Havainnekuvien tuottaminen (ks. luku 4.1.7)
 - Visuaalinen suunnittelun ohjaus (ks. luku 4.1.8)
 - Ylläpitoon ja huoltoon liittyvien asioiden suunnittelu tietomallin avulla (ks. luku 4.1.14)

4.1 Tietomallintamisen eri hyödynnyskeinot

Jos tietomallistrategiaan kirjattiin, että jotakin alla olevista menetelmistä käytetään hankkeessa, valitaan menetelmälle sopivin suoritustapa tässä luvussa esitetyistä vaihtoehdoista.

Käsikirjan lopussa olevan taulukon perusteella valitaan lisäksi tietomallintamisen hyödyntämiskeinoja koskevat tehtävät suunnittelijoiden tai konsultin tehtäväluetteloihin (HJR 12, PS 12, ARK 12, RAK 12 tai TATE 12). Mikäli tehtävä on esitetty taulukossa hakasulkeissa, sen valitseminen ei ole pakollista, mutta suositeltavaa.

4.1.1 Tavoitehinta-arvio

Mikäli rakennushankkeessa lasketaan tavoitehinta-arvio tietomallipohjaisesti, se voidaan toteuttaa hankesuunnitteluvaiheessa ja / tai ehdotussuunnitteluvaiheessa. Mikäli tietomallistrategian lukuun 1

kirjattiin, että tietomallintamista hyödynnetään tavoitehinta-arvion laatimiseen, valitaan alla olevista vaihtoehdoista 1 ja / tai 3 hankkeeseen sopivin tai sopivimmat toteutustavat. Vaihtoehdot 1 ja 3 eivät ole toisensa poissulkevia. Jos noudatetaan toteutustapaa 1, voidaan valita myös lisävaihtoehto 2. Jos noudatetaan toteutustapaa 3, voidaan valita myös lisävaihtoehto 4.

- Hankesuunnitteluvaihe

1. Arkkitehtisuunnittelija laatii tietomallin pohjalta tilaluettelot rakennuttajakonsultin käyttöön hankesuunnitteluvaiheessa. Rakennuttajakonsultti tai tämän alikonsultti laatii luettelon perusteella tilapohjaisen tavoitehinta-arvion. Tietomalliohjeisiin kirjataan, että tietomalleista on voitava suorittaa tilapohjainen määrälaskenta

2. Suunnittelija suorittaa TATE:n tavoitehinta-arvion tietomallin tilaluettelon pohjalta

- Ehdotussuunnitteluvaihe

3. Arkkitehtisuunnittelija laatii tietomallin pohjalta tilaluettelot rakennuttajakonsultin käyttöön ehdotussuunnitteluvaiheessa. Rakennuttajakonsultti tai tämän alikonsultti laatii luettelon perusteella tilapohjaisen tavoitehinta-arvion. Tietomalliohjeisiin kirjataan, että tietomalleista on voitava suorittaa tilapohjainen määrälaskenta

4. Suunnittelija suorittaa TATE:n tavoitehinta-arvion tietomallin tilaluettelon pohjalta

Kirjataan tarpeelliset ohjeistukset tietomalliohjeiden lukuun 2 sen perusteella, mitkä yllä olevista vaihtoehdoista valittiin.

4.1.2 Määrälaskenta

Tietomallipohjainen määrälaskenta vähentää laskennan epävarmuutta. Mikäli tietomallistrategian lukuun 1 kirjattiin, että tietomallintamista hyödynnetään määrälaskentaan, valitaan alla olevista vaihtoehdoista hankkeeseen sopivin suoritustapa:

1. Konsultti / analyttikko suorittaa tietomallipohjaisen määrälaskennan. Tietomalliohjeisiin kirjataan, että tietomalleista on voitava suorittaa määrälaskenta. Tätä vaihtoehtoa sovellettaessa määrälaskentaprosessin onnistumisen todennäköisyyttä voidaan lisätä varaamalla resursseja siihen, että laskennan suorittava konsultti / analyttikko opastaa suunnittelijoita oikeanlaisen mallin laatimisessa sekä esittelee suunnittelijoille omat tarpeensa heti hankkeen alkuvaiheessa

2. Suunnittelijat tuottavat tietomallin pohjalta laaditut määräluettelot tilaajan ja rakennuttajakonsultin käyttöön

Kirjataan tarpeelliset ohjeet tietomalliohjeiden lukuun 2 sen perusteella, kumpi yllä olevista vaihtoehdoista valittiin. Lisäksi tietomalliohjeisiin kirjataan, miten määräluettelon tuottaja vastaa määräluettelon sisällöstä (esim. kuinka tarkasti määräluettelon tulee vastata toteutumaa).

Määrälaskennan suorittajan tulee itse kyetä analysoimaan sitä, voivatko tietomallin kautta tuotetut määrät pitää paikkaansa vai eivät.

4.1.3 Kustannuslaskenta ja -seuranta suunnittelun aikana

Tietomallipohjainen kustannuslaskenta hyödyntää tietomallipohjaista määrälaskentaa. Mikäli tietomallistrategian lukuun 1 kirjattiin, että tietomallintamista hyödynnetään kustannuslaskentaan ja -seurantaan suunnittelun aikana, valitaan alla olevista vaihtoehdoista 1 tai 2 hankkeeseen sopivin suoritustapa. Vaihtoehtojen 1 ja 2 isäksi voidaan valita suoritustapa 3.

1. Rakennuttajakonsultti suorittaa tietomallipohjaisen määrälaskennan ja kustannusarvion
2. Rakennuttajakonsultin alikonsulttina toimiva analyttikko suorittaa tietomallipohjaisen määrälaskennan ja kustannusarvion
3. TATE-suunnittelijoilta voidaan tilata tietomallipohjainen kustannuslaskenta yleis- ja toteutussuunnitteluvaiheissa.

Kirjataan tarpeelliset ohjeet tietomalliohjeiden lukuun 2 sen perusteella, mikä tai mitkä yllä olevista vaihtoehdoista valittiin.

Verratessa kustannuslaskennan tulosta tavoitehinta-arvioon, voidaan arvioida kuinka suuri osa kustannuksista on jo sitoutunut suunnitelmiin. Samalla voidaan arvioida mallinnuksen valmiusastetta. Rakennusosakohtaisen tarkan kustannuslaskennan avulla voidaan myös tarkastella eri suunnitteluratkaisujen hintoja sekä vertailla niitä keskenään.

Kustannuslaskentaa tekevän tahon tulee ymmärtää tietomallien toimintaperiaate. Hänellä on myös oltava hyvä käsitys siitä, voiko kustannusarvio pitää paikkaansa.

Kustannuslaskentaprosessin onnistumisen todennäköisyyttä voidaan lisätä varaamalla resursseja siihen, että laskennan suorittava konsultti / analyttikko opastaa suunnittelijoita oikeanlaisen mallin laatimisessa sekä esittelee suunnittelijoille omat tarpeensa heti hankkeen alkuvaiheessa. Kustannuslaskentaohjelman tarpeet tulee myös selvittää hyvissä ajoin, jotta tietomallien rakenne osataan suunnitella ohjelmia tukevaksi.

4.1.4 Urakoiden kilpailutus mallin avulla

Rakennushankkeen urakoitsijaehdokkaille voidaan antaa mahdollisuus laskea määrät suoraan tietomallista. Mikäli tietomallistrategian lukuun 1 kirjattiin, että tietomallintamista hyödynnetään urakoiden kilpailutukseen mallin avulla, tulee tietomalliohjeisiin kirjata alla olevat ohjeet:

- Suunnittelijoiden tulee luovuttaa IFC-muotoinen malli rakennuttajan käyttöön ja malli on voitava lähettää eteenpäin urakoitsijoille määrälaskentaa ja tarjouksen tekoa varten
- Hanke on mallinnettava siten, että määrälaskenta on mahdollista (käytännössä tulee valita tämän käsikirjan luvun 4.1.2 vaihtoehdoista joko 1 tai 2)

4.1.5 Mallin käyttö työmaavaiheessa

Mallin käyttö työmaalla edellyttää sitä, että malli on tehty tarpeeksi tarkasti ja että 2D-suunnitelmien sisältö ei poikkea mallista. Mikäli tietomallistrategian lukuun 1 kirjattiin, että mallia käytetään työmaavaiheessa, valitaan alla olevista vaihtoehdoista hankkeeseen sopivin suoritustapa:

1. Tietomallit toimitetaan urakoitsijalle rakentamistöiden ajaksi. Urakoitsija voi käyttää mallia työmaalla esim. suunnitelmien havainnollistamiseen. Tämä tulee ilmoittaa urakoitsijalle urakkatarjouspyynnössä.
2. Tietomallit toimitetaan urakoitsijalle rakentamistöiden ajaksi. Urakoitsijan tulee käyttää tietomallia työmaalla esim. suunnitelmien havainnollistamiseen. Urakoitsijalla tulee olla työmaalla vähintään yksi tietokone, jossa päivitetyt tietomallit ovat käytettävissä. Urakoitsijan tulee tietää tietomallien päivitysaikataulu. Tämä tulee ilmoittaa urakoitsijalle urakkatarjouspyynnössä.

Kirjataan tarpeelliset ohjeet tietomalliohjeiden lukuun 2.6.8 sen perusteella, kumpi yllä olevista vaihtoehdoista valittiin.

Mikäli valitaan jompikumpi yllä olevista vaihtoehdoista, on tilaajan suositeltavaa myös sitoutua siihen, että hankkeeseen valitaan sellainen urakoitsija, joka voi toteuttaa vaatimukset. Lisätietoja aiheesta löytyy YTV2012, osa 11, luku 4.6. Lisäksi tietomalliohjeisiin kirjataan ohjeet mallin luovuttamisesta urakoitsijalle (ks. tämän käsikirjan luku 3.2.5).

4.1.6 Mallin käyttö tuotannonohjauksessa

Mallia voidaan käyttää hyväksi rakentamisen aikana tuotanto-osien aikatauluttamisessa. Tuotannonohjauksen käyttö on suositeltavaa etenkin isoissa tai pitkään kestävässä kohteissa, joiden runko toteutetaan elementeillä tai teräsrunkona. Mikäli tietomallistrategian lukuun 1 kirjattiin, että mallia käytetään tuotannonohjauksessa, kirjataan tietomalliohjeiden lukuihin 2.6.5 ja 2.6.8 tarpeelliset ohjeistukset sekä rakennesuunnittelijalle että urakoitsijalle.

Lisäksi tietomalliohjeisiin kirjataan ohjeistukset seuraavista asioista:

- Tietomallit tulee luovuttaa urakoitsijan käyttöön. Rakennesuunnittelijan tulee luovuttaa Tekla Structures -ohjelman natiivimalli urakoitsijan sekä tuoteosatoimittajien käyttöön
- Hanke on mallinnettava siten, että määrälaskenta on mahdollista (käytännössä tulee valita tämän käsikirjan luvun 4.1.2 vaihtoehdoista joko 1 tai 2)
- Tietomalliohjeissa tulee lukea, mihin rakennusosatyyppeihin tuotannonohjausta käytetään. Potentiaalisia vaihtoehtoja ovat esim.
 - o Teräsrunko (jolloin objektien liitokset tulee myös mallintaa objekteina, ei yksittäisinä osina)
 - o Betonielementit (laatat, seinät, pilarit jne.)
 - o Suuret paikallavalurakenteet

Tietomallien hyödyntäminen tuotannonohjauksessa edellyttää sitä, että hankkeeseen on otettava urakoitsija, joka osaa käyttää tietomallia tuotannon aikataulutukseen ja ohjaukseen. Rakennesuunnittelijan ja urakoitsijan on myös sovittava tietomallien objektien statusasetuksista (ks. tietomallintamisen aloituspalaveri, luku 10.2)

4.1.7 Havainnekuvien tuottaminen

Tietomallintamista voidaan käyttää visuaalisten kuvien tuottamiseen. Mikäli tietomallistrategian lukuun 1 kirjattiin, että tietomallintamista hyödynnetään havainnekuvien tuottamiseen, valitaan alla olevista vaihtoehdoista hankkeeseen sopivin suoritustapa. Vaihtoehdot eivät ole toisensa poissulkevia. Jos valitaan vaihtoehto 1 tai 2, voidaan valita myös lisävaihtoehto 3.

1. Rakennuksen ulkopuolisten havainnekuvien teettäminen arkkitehdillä hankesuunnitteluvaiheessa
2. Renderöityjen havainnekuvien teettäminen suunnittelijoilla ehdotussuunnitteluvaiheessa ja yleissuunnitteluvaiheessa
3. Havainnekuvien teettäminen konsultilla erillisestä lisätyötilauksesta. Tämä edellyttää myös visuaalisen suunnittelun ohjauksen soveltamista (käytännössä tulee myös noudattaa tämän käsikirjan luvun 4.1.8 mukaisia ohjeita)

Kirjataan tarpeelliset ohjeistukset tietomalliohjeiden lukuihin 2.1.4, 2.2.1, 2.2.4, 2.3.1, 2.3.4, 2.3.6, 2.3.7, 2.5.1, 2.5.4, 2.5.6 ja 2.5.7 sen perusteella, mitkä yllä olevista vaihtoehdoista valittiin.

4.1.8 Visuaalinen suunnittelun ohjaus

Tietomalleja voidaan hyödyntää visuaalisessa suunnittelun ohjauksessa. Oletetaan, että tästä vastaa rakennuttajakonsultti. Visuaalista suunnittelun ohjausta on tietomallien tarkastelu (yhdistelmämallina tai erikseen) ja suunnitelmien havainnollistaminen tilaajalle ja käyttäjille siten, että nämä voivat ottaa kantaa suunnitteluratkaisuihin. Tämä voidaan toteuttaa esim. suunnittelukokousten yhteydessä tai erillisinä palaverina rakennuttajakonsultin ja tilaajan välillä. Suunnittelua ohjaavan taho käy tilaajan ja käyttäjien kanssa läpi mm. seuraavia asioita tilaajan / käyttäjän näkökulmasta:

- Potentiaaliset ongelmakohdat suunnitelluissa rakenteissa (esim. talotekniikan huoltotilan riittävyys, taloteknisten laitteiden sijoittelu, hankalasti huollettavat tilat)
- Tilaajan ja käyttäjien omille laiteasennuksille varattavat paikat

Lisäksi rakennuttajakonsultti voi tietomalleja käyttämällä havainnollistaa suunnitelmien sisältöä itselleen.

Mikäli tietomallistrategian lukuun 1 kirjattiin, että tietomallintamista hyödynnetään visuaaliseen suunnittelun ohjaukseen, kirjataan tarpeelliset ohjeistukset tietomalliohjeiden lukuihin 2.2.1, 2.3.1 ja 2.5.1.

Jos rakennuttajakonsultti vastaa visuaalisesta suunnittelun ohjauksesta, on ehdotonta, että konsultti käyttää jotakin tietomallien tarkasteluohjelmaa (esim. Tekla BIMsight, Solibri Model Checker, Easy BIM, SimpleBIM, NavisWorks) omassa työskentelyssään tietomallin tarkastelemiseksi.

4.1.9 Sisäilmaolosuhdesimulointi ja virtaussimulointi (energiasimulointi)

Mikäli tietomallistrategiassa lukuun 1 kirjattiin, että tietomallintamista hyödynnetään sisäilmaolosuhdesimulointiin ja virtaussimulointiin, valitaan alla olevista vaihtoehdoista hankkeeseen sopivin suoritustapa:

1. LVI-suunnittelija ohjeistaa arkkitehdeille, miten arkkitehdin malli tehdään ”oikein” sisäilmaolosuhdesimulointia varten. LVI-suunnittelija suorittaa sisäilmaolosuhdesimuloinnin.
2. LVI-suunnittelija laatii simuloinnin tarpeita vastaavan geometriamallin arkkitehdin mallin pohjalta. LVI-suunnittelija suorittaa sisäilmaolosuhdesimuloinnin.

Kirjataan tarpeelliset merkinnät tietomalliohjeiden lukuihin 2.2.4 ja 2.2.6 sen perusteella, kumpi yllä olevista vaihtoehdoista valittiin.

Jommankumman vaihtoehdon valitseminen edellyttää TATE12-tehtäväluettelon kohdan D 6.3 tason B valintaa. Tasoa C käytetään vain erikoistapauksissa ja termisesti vaativissa tiloissa.

Huomioitavia asioita sisäilmaolosuhdesimulointia tilattaessa:

- Sisäilmaolosuhdesimulointi pitää tilata LVI-suunnittelualalta ja energiasuunnittelun tarpeet pitää sopia hankkeen alussa.
- Rakennukset, joihin suunnitellaan jäähdytys, vaativat lain mukaan dynaamisen energiasimuloinnin (Suomessa hyväksytyjä simulointiohjelmia ovat esim. IDA ICE ja Riuska).
- Sisäilmaolosuhdesimulointi tehdään tilamallille / alustavalle geometriamallille ehdotussuunnitteluvaiheessa ennen kuin malli ja suunnitelmat on viety liian pitkälle. Näin voidaan vielä vaikuttaa rakenneratkaisuihin aikaisessa vaiheessa ja välttää valmiiden suunnitelmien muokkaamiselta.
- Rakennusosia ei voida mallintaa ilman U-arvoja.
- Tietomalliohjeeseen pitää arvioida, kuinka monesta mallityyppitilasta laskenta tehdään. Suositusmäärä on n. 5-20 mallityyppihuonetta, riippuen rakennuksen koosta, luonteesta ja tilojen vaihtelevuudesta.

4.1.10 Elinkaarikustannuslaskenta

Tietomallin avulla voidaan vertailla millä nopeudella eri tekniset järjestelmät maksavat itsensä takaisin ajan kuluessa tai miten paljon ne aiheuttavat kustannuksia ajan kuluessa. Elinkaarikustannuslaskentaa tehdään talotekniikan järjestelmille. Mikäli tietomallistrategian lukuun 1 kirjattiin, että tietomallintamista hyödynnetään elinkaarikustannuslaskentaan, valitaan alla olevista vaihtoehdoista hankkeeseen sopivin suoritustapa. Vaihtoehdot eivät ole toisensa poissulkevia:

1. Lasketaan elinkaarikustannukset ehdotussuunnitteluvaiheessa
2. Lasketaan elinkaarikustannukset yleissuunnitteluvaiheessa

Kirjataan tarpeelliset ohjeet tietomalliohjeiden lukuihin 2.2.6, 2.2.7, 2.3.6 ja 2.3.7 sen perusteella, mikäli jompikumpi tai molemmat yllä olevista vaihtoehdoista valittiin.

Tietomalliohjeisiin tulee määritellä, mitä elinkaarikustannuksia hankkeesta halutaan laskea. Laskettavia kustannuksia voivat olla esim. LVI- ja sähköjärjestelmien energiankulutus

järjestelmittäin; vedenkulutus tietyllä ajanjaksolla; järjestelmien hoito-, kunnossapito- ja huoltokustannukset jne.

4.1.11 TATE investointikustannuslaskenta

Tietomallin avulla voidaan selvittää, minkälaiset investointikustannukset esitetystä taloteknisistä ratkaisuksista aiheutuu tilaamalla TATE-suunnittelijoilta investointikustannuslaskennan suoritus. Mikäli tietomallistrategian lukuun 1 kirjattiin, että tietomallintamista hyödynnetään TATE investointikustannuslaskentaan, valitaan alla olevista vaihtoehdoista hankkeeseen sopivin suoritustapa. Vaihtoehdot eivät ole toisensa poissulkevia.

1. Lasketaan investointikustannukset ehdotussuunnitteluvaiheessa
2. Lasketaan investointikustannukset yleissuunnitteluvaiheessa
3. Lasketaan investointikustannukset toteutussuunnitteluvaiheessa

Kirjataan tarpeelliset ohjeet tietomalliohjeiden lukuihin 2.2.6, 2.2.7, 2.3.6, 2.3.7, 2.5.6 ja 2.5.7 sen perusteella, mikäli yksi tai useampi yllä olevista vaihtoehdoista valittiin.

4.1.12 Valaistuksen visualisointi

Tietomallin avulla voidaan valaistuslaskennan lisäksi luoda visuaalisia kuvia tilojen valaistusolosuhteista. Tämä voidaan tehdä esim. tietyille tilatyypeille tai tärkeille tiloille. Mikäli tietomallistrategian lukuun 1 kirjattiin, että tietomallintamista hyödynnetään valaistuksen visualisointiin, valitaan alla olevista vaihtoehdoista hankkeeseen sopivin suoritustapa:

1. Sähkösuunnittelija suorittaa valaistusvisualisoinnin
2. Sähkösuunnittelija suorittaa valaistusvisualisoinnin ja –simuloinnin

Kirjataan tarpeelliset ohjeet tietomalliohjeiden lukuihin 2.2.7 ja 2.3.7 sen perusteella, kumpi yllä olevista vaihtoehdoista valittiin.

Tietomalliohjeisiin tulee myös kirjata, mistä tilatyypeistä valaistusvisualisointi tai visualisointi ja simulointi tehdään. Suositeltavia tilatyyppejä ovat esim. aulatilat ja työskentelytilat.

4.1.13 Tietomallipohjainen reikä- ja varaussuunnittelu

Mikäli tietomallistrategian lukuun 1 kirjattiin, että tietomallintamista hyödynnetään Reikä- ja varaussuunnitteluun, valitaan alla olevista vaihtoehdoista joko 2 tai 3. Mikäli tietomallintamista ei hyödynnetä reikä- ja varaussuunnitteluun, noudatetaan vaihtoehtoa 1. Vaihtoehdot ovat toisensa poissulkevia.

1. Hankkeen reikäkierto tehdään perinteisellä 2D-menetelmällä. Rakenteisiin tarvittavat reiät tehdään myös malleihin.
2. Hankkeen reikäkierto tehdään tietomallipohjaisesti. Suunnittelijat saavat valita parhaaksi soveltuvan tavan keskenään reikäkierron koordinoinnista vastaavan suunnittelijan johdolla

3. Hankkeen reikäkierto tehdään tietomallipohjaisesti ennalta määrättyllä menetelmällä. Ennalta määritelty menetelmä kuvataan tietomalliohjeissa. Mikäli RAK-suunnittelijan halutaan laativan varaustietomalli, valitaan RAK12-tehtäväluettelon kohta G 4.9.11 Varaustietomallin laatiminen

Kirjataan tarpeelliset ohjeistukset tietomalliohjeiden lukuun 1.4.2 sen perusteella, mikä yllä olevista vaihtoehtoista valittiin. Lisäksi kirjataan tietomalliohjeiden lukuun 1.4.2 reikäkiertoa koskien seuraavat asiat:

- Kuka suunnittelijoista vastaa reikäkierron koordinoinnista?
- Kuka suunnittelijoista vastaa 2D-reikäpiirustusdokumenttien laatimisesta?

Lisäksi päätetään, aloitetaanko reikäkierto yleissuunnitteluvaiheessa vai toteutussuunnitteluvaiheessa? Mikäli reikä- ja varaussuunnittelu päätetään aloittaa jo yleissuunnitteluvaiheessa, kirjataan tarpeelliset ohjeistukset tietomalliohjeiden lukuun 2.3.5, 2.3.6 ja 2.3.7

4.1.14 Ylläpitotiedon tuottaminen tietomallin pohjalta

Tietomallia voidaan hyödyntää rakennuksen tilojen hallintaan, kiinteistön ylläpitoon sekä huoltoon. Mikäli tietomallistrategian lukuun 1 kirjattiin, että tietomallintamista hyödynnetään Ylläpitotiedon tuottamiseen tietomallin pohjalta, kirjataan tarpeelliset ohjeistukset tietomalliohjeiden lukuun 1.7.4.

Mikäli ylläpitomalli halutaan laatia, tulee tilaajan tai kiinteistön ylläpidosta tulevaisuudessa vastaavan tahon määrittellä, mitä tietoa mallista halutaan ylläpitoa varten ja miten mallia aiotaan käyttää rakennuksen ylläpidossa. Tarvittavia tietoja voivat olla esim.:

- Huollettavat ja ylläpidettävät rakennusosat sekä rakenteet, niiden sijainti ja niiden huoltoväli
- Huolto-ohjeet

Lisäksi tilaajan tai tulevan kiinteistön ylläpidosta vastaavan tahon on syytä määrittellä kaikki huollon kannalta tärkeimmät rakennusosat ja järjestelmät.

Mikäli tietomallintamista halutaan käyttää ylläpitotiedon hallintaan, tulee tämän käsikirjan luku 3.2.4 ”Toteumatietojen mallintaminen” käydä läpi tarkasti.

Olet nyt päässyt luvun 4 loppuun asti. Täydennä luvussa 4.1 valittujen hyödyntämiskeinojen sovellusajanjaksot tietomalliohjeisiin (ks. Tietomalliohjeet, luku 1.2.1. Jatka seuraavaksi tämän käsikirjan luvusta 2.6

Liite 8

Hyödyntämiskeino	Käsi­kirjan toteutus­vaihtoehto	Edellyttää erillistehtävän valitsemista tehtäväluettelon kohdasta				
		<i>HJR12</i>	<i>PS12</i>	<i>ARK12</i>	<i>RAK12</i>	<i>TATE12</i>
Tavoitehinta-arvio	1	-	-	B4.3.5 Kaikki tehtävät	-	-
	2	-	-	B4.3.5 Kaikki tehtävät	-	B6.12 taso b
	3	D4 Laaditaan ratkaisuvaihtoehtojen kustannusselvitykset	-	D4.4	[D4.5]	-
	4	-	-	D4.4	-	D6.5 taso b
Määrälaskenta	1	H4.2	-	D4.4	[D4.5]	-
	2	H4.2	-	D4.4, E7 Tuotetaan kustannusten laskentaan ja hankintaan liittyvä lisätehtäväksi määritelty materiaali, G4.7 Molemmat tehtävät, G 6 Lisätehtäväksi määritellyt tiedot määrälaskentaa varten	[D4.5], D6 Määrien ja kustannusten hallintaan liittyvät selvitykset, E4.5.1 Rakennus-osaluettelot, E6 Määrien ja kustannusten..., G4.9.8 Määrien ja..., G4.9.13 Määrien ja..., G4.9.16 Määrien ja...	E6.8 ja G6.1.7
Kustannuslaskenta ja –seuranta suunnittelun aikana	1	E4 Laaditaan yleissuunnitelman kustannusselvitys, G4 Laaditaan kustannusselvitykset		G4.7 Laaditaan tietomalli		
	2	-	-	G4.7 Laaditaan tietomalli		
	3	-	-	-	-	D6.5, E6.5 taso b tai c, G6.1.2 taso c
	-	-	-	-	-	-
Urakoiden kilpailutus mallin avulla	-	-	-	-	-	-
Mallin käyttö työmaavaiheessa	1	-	-	-	I6 Tietomallin rakentamisenaikainen muokkaus ja toimittaminen urakoitsijalle	-
	2	-	-	-	I6 Tietomallin rakentamisenaikainen...	-

Liite 8

Hyödyntämiskeino	Käsikirjan toteutus- vaihtoehto	Edellyttää erillistehtävän valitsemista tehtäväluettelon kohdasta				
		<i>HJR12</i>	<i>PS12</i>	<i>ARK12</i>	<i>RAK12</i>	<i>TATE12</i>
Mallin käyttö tuotannonohjauksessa	-	-	-	-	I6 Täydennetään tietomalliin 4D-tiedot, I6 Tietomallin rakentamisenaikainen...	-
Havainnekuvien tuottaminen	1	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-
Visuaalinen suunnittelun ohjaus	-	-	-	-	-	-
Sisäilmaolosuhde- simulointi	1	-	-	-	-	D6.3 taso b tai c
	2	-	-	-	-	D6.3 taso b tai c
Elinkaarikustannus- laskenta	1	-	-	-	-	D6.6 taso B
	2	-	-	-	-	E6.5 taso B tai C
TATE investointi- kustannuslaskenta	1	-	-	-	-	D6.5 taso B
	2	-	-	-	-	E6.4 taso B
	3	-	-	-	-	G6.1.2 taso C
Valaistuksen visualisointi	1	-	-	-	-	D6.4 ja E6.3 taso B
	2	-	-	-	-	D6.4 ja 6.3 taso C
Tietomallipohjainen reikä- ja varaus- suunnittelu	1	-	-	-	-	G6.2.12
	2	-	-	-	-	G6.2.12
	3	-	-	-	[G4.9.11 Varaustietomallin laatiminen erillisten lähtötietojen pohjalta]	G6.2.12
Ylläpitotiedon mallintaminen	-	-	-	-	-	I6.10 ja I6.14

TIETOMALLISTRATEGIA

Hankkeen n:o / Hankkeen tunnus

Hankkeen nimi

Dokumentin päiväys

1 Tietomallintamisen hyödyntäminen ja tarkoitus hankkeessa

Tässä hankkeessa hyödynnetään tietomallintamista seuraaviin toimintoihin:

- suunnitelmien yhteensovitus tietomallipohjaisesti
- suunnitelmien tuottaminen tietomallien pohjalta
- suunnitelmaratkaisujen havainnollistaminen tietomallien avulla

Tietomallintamista hyödynnetään lisäksi seuraaviin tarkoituksiin:

Hyödyntämiskeino	Sovelletaan tässä hankkeessa
Tavoitehinta-arvio	Kyllä / Ei
Määrälaskenta	Kyllä / Ei
Kustannuslaskenta ja –seuranta suunnittelun aikana	Kyllä / Ei
Urakoiden kilpailutus mallin avulla	Kyllä / Ei
Mallin käyttö työmaavaiheessa	Kyllä / Ei
Mallin käyttö tuotannonohjauksessa	Kyllä / Ei
Havainnekuvien tuottaminen	Kyllä / Ei
Visuaalinen suunnittelun ohjaus	Kyllä / Ei
Sisäilmaolosuhdesimulointi	Kyllä / Ei
Elinkaarikustannuslaskenta	Kyllä / Ei
TATE investointikustannuslaskenta	Kyllä / Ei
Valaistuksen visualisointi	Kyllä / Ei
Reikä- ja varaussuunnittelu	Kyllä / Ei
Ylläpitotiedon tuottaminen tietomallin pohjalta	Kyllä / Ei

2 Tietotarpeet

Tässä luvussa kuvataan vapaamuotoisesti se tieto tai tietotyyppi, jonka tilaaja / rakennuttaja / käyttäjät haluavat saada ulos tietomallista:

3 Tietomallintamisen koordinointi

Jaetaan ennen suunnittelun aloitusta suoritettavat hankkeen tietomallintamisen koordinoititehtävät alla olevan taulukon mukaan.

Tehtävä	Vastuun taso	Vastuutaho		
		PS	TMK	Rakennuttaja-konsultti
Hankkeen tietomallistrategian määrittely	Päävastuu	-	-	X
	Avustava			-
Tietomallintamiseen liittyvien asioiden konsultointi tilaajalle	Päävastuu			
	Avustava			
Hankkeen tietomalliohjeiden laatiminen	Päävastuu	-	-	X
	Avustava			-
Hankkeen suunnittelu- ja mallinnusaikataulun laatiminen hankevaiheittain	Päävastuu			
	Avustava			
Mallien sisältöjen määrittely hankevaiheittain ja määrittelytyön organisointi	Päävastuu			
	Avustava			
Hankkeessa käytettävien tietomallintamisen prosessien ja toimintatapojen määrittely	Päävastuu			
	Avustava			
Hankkeen tiedonvaihdon ja kommunikoinnin suunnittelu ja määrittely	Päävastuu			
	Avustava			
Suunnittelutarjouspyyntöjen laatiminen	Päävastuu	-	-	X
	Avustava			-
Suunnittelijoiden RT-pohjaisten tehtäväluetteloiden täyttäminen	Päävastuu			
	Avustava			
Hankkeen tietomalliohjeiden ja yllä lueteltujen dokumenttien tarkastaminen	Päävastuu			
	Avustava			
Tietomallintamisen aloituspalaverin organisointi	Päävastuu			
	Avustava			

Mikäli yllä esitetystä taulukosta tehtäväkenttien päävastaavaksi tai avustavaksi henkilöksi on merkitty tietomallikoordinaattori (TMK) tai pääsuunnittelija (PS), vastaa näiden tahojen tehtävien kilpailuttamisesta seuraava henkilö:

Suunnitellaan se, miten TMK ja / tai PS kilpailutus hoidetaan ja koska se tulee olla tehtynä, jotta yllä mainitut vastuutahot ehtivät toteuttamaan tehtävänsä:

4 Rakennuttajan / tilaajan / käyttäjien erikoisohjeistus

Tietomallintamisen suhteen tulee noudattaa alla lueteltavia rakennuttajan / tilaajan / käyttäjien tietomallintamista tai digitaalista aineistoa koskevia ohjeita (määritellään ohjeiden noudattamisjärjestys):

- 1.
- 2.
- 3.

Hankkeen tietomallintaminen tulee sopeuttaa alla lueteltaviin rakennuttajan / tilaajan / käyttäjien tietoteknisiin järjestelmiin (määritellään järjestelmien määräävyysjärjestys):

- 1.
- 2.
- 3.

Alle kirjataan rakennuttajan / tilaajan / käyttäjien muut vaateet ja ohjeet tietomallintamista koskien:

Dokumentin vakuudeksi,

Dokumentin laatija

Yritys

TIETOMALLIOHJEET

Hankkeen n:o / Hankkeen tunnus

Hankkeen nimi

Ohjeen laatija
Yritys
Päiväys

1 YLEISET OHJEET

1.1 Tietomalliohjeiden tarkoitus ja merkitys

Tämä asiakirja sisältää hankkeen tietomallintamista koskevia vaatimuksia, ohjeita ja määräyksiä, joita tulee noudattaa työtä suorittaessa.

Tämän asiakirjan ohjeita täsmennetään tietomallintamisen aloituspalaverissa, johon kaikki suunnittelijaosapuolet ovat velvollisia osallistumaan.

Jotkin tässä asiakirjassa esitetyt vaatimukset on perusteltu, jotta osapuolet ymmärtäisivät vaatimuksien tarkoituksen. Nämä perustelut on kirjoitettu vaatimusten alle kursiivilla, otsikolla ”Syy”.

Joitakin tässä asiakirjassa esitettyjä vaatimuksia on lisäksi avattu esimerkein. Esimerkit ovat kirjoitettu vaatimusten alle kursiivilla, otsikolla ”Ohje”.

1.2 Hankkeen tietomallintamisessa noudatettavat ohjeet ja tietomallintamisen tarkoitus hankkeessa

Hankkeen osapuolet noudattavat tietomallinnukseen liittyvissä työtehtävissä ensisijaisesti tätä asiakirjaa. Lisäksi tässä hankkeessa noudatetaan YTV 2012 –ohjetta kuitenkin siinä pätevyysjärjestyksessä, että ensisijaisena ohjeena toimii tämä asiakirja.

YTV2012-ohjeesta noudatetaan seuraavia osia:

- Osa 1 Yleinen osuus
- Osa 3 Arkkitehtisuunnittelu
- Osa 4 Talotekninen suunnittelu
- Osa 5 Rakennesuunnittelu
- Osa 6 Laadunvarmistus
- Osa 8 Havainnollistaminen
- Osa 11 Tietomallipohjaisen projektin johtaminen
- Osa 13 Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa

1.2.1 Tietomallintamisen tarkoitus hankkeessa

Tässä hankkeessa tietomallia hyödynnetään alla olevan taulukon mukaisesti. Tarkemmat sanalliset kuvaukset tietomallintamisen hyödyntämisestä kussakin hankevaiheessa on annettu luvussa 2.

Hyödyntämiskeino / Käyttötarkoitus	Sovelletaan seuraavissa hankevaiheissa				
	Hanke- suunnittelu	Ehdotus- suunnittelu	Yleis- suunnittelu	Toteutus- suunnittelu	Rakentaminen
Tavoitehinta-arvion laatiminen	Kyllä/Ei	Kyllä/Ei	Ei	Ei	Ei
Määrälaskenta	Ei	Kyllä/Ei	Kyllä/Ei	Kyllä/Ei	Ei
Kustannuslaskenta ja –seuranta suunnittelun aikana	Ei	Kyllä/Ei	Kyllä/Ei	Kyllä/Ei	Ei
Urakoiden kilpailutus mallin avulla	Ei	Ei	Kyllä/Ei	Kyllä/Ei	Ei
Mallin käyttö työmaavaiheessa urakoitsijan tarpeisiin	Ei	Ei	Ei	Ei	Kyllä/Ei
Mallin käyttö tuotannon- ohjauksessa ja aikataulu- tuksessa	Ei	Ei	Ei	Ei	Kyllä/Ei
Havainnekuvien tuottaminen	Kyllä/Ei	Kyllä/Ei	Kyllä/Ei	Kyllä/Ei	Ei
Visuaalinen suunnittelun ohjaus	Ei	Kyllä/Ei	Kyllä/Ei	Kyllä/Ei	Ei
Sisäilmaolosuhdesimulointi	Ei	Kyllä/Ei	Ei	Ei	Ei
Elinkaarikustannuslaskenta	Ei	Kyllä/Ei	Kyllä/Ei	Ei	Ei
TATE investointikustannus- laskenta	Ei	Kyllä/Ei	Kyllä/Ei	Kyllä/Ei	Ei
Valaistuksen visualisointi	Ei	Kyllä/Ei	Kyllä/Ei	Ei	Ei
Reikä- ja varaussuunnittelu	Ei	Ei	Kyllä/Ei	Kyllä/Ei	Kyllä/Ei
Ylläpitotiedon tuottaminen tietomallin pohjalta	Ei	Ei	Ei	Kyllä/Ei	Kyllä/Ei

Lisäksi tietomallintamista hyödynnetään koko hankkeen ajan suunnitelmien yhteensovittamiseen, suunnittelun ohjaukseen ja suunnitelmaratkaisujen havainnollistamiseen.

Suunnittelijat käyttävät tietomalleja 2D-suunnitelmien tuottamiseen tietomallipohjaisesti (esim. DWG-export suunnittelijan natiivimallista) ja sitä kautta suunnittelun tiedonhallintaan koko hankkeen ajan. Tietomallista tuotettuja 2D-suunnitelmia voi täydentää tarpeellisilla merkinnöillä 2D-CAD –suunnitteluohjelmalla.

1.3 Hankkeen tiedonsiirron ohjeet

1.3.1 Tietomallien jakaminen ja julkaisu

Tietomallien jakelu- ja päivitystiheys määritellään erikseen kussakin hankevaiheessa ja päivitysväliä voidaan muuttaa tarvittaessa. Päivitysaikaväli vaihtelee noin Numero viikosta Numero viikkoon. Malli tulee päivittää projektipankkiin aina sovittuna ajankohtana riippumatta siitä, onko mallin sisältö muuttunut merkittävästi vai ei. Sovittuna ajankohtana päivittämättä jäänyt tietomalli tulkitaan suunnitteluajataulusta myöhästymiseksi. Mallin saa päivittää myös sovittua tiheämmässä aikataulussa. Suunnittelijat itse vastaavat tietomallien päivittämisestä ajallaan.

Syy: päivittämättä jääneet mallit haittaavat hankkeen muiden osapuolten toimintaa. Esimerkiksi yhdistelmämallin laatiminen vanhentunutta tietoa sisältävillä tietomalleilla on haitallista. Päivittämättä jääneet mallit jättävät muut osapuolet epätietoisiksi siitä, onko heidän käyttämänsä lähtötieto ajantasaista vai ei.

Vaikka mallien ja suunnitelmien päivittämisellä on oma aikataulunsa, suunnittelijoiden tulee tiedottaa hankkeen muita osapuolia tärkeistä tai suurista tekemistään muutoksista, korjauksista, havaitsemistaan suunnitteluvirheistä tai havaitsemistaan ongelmista esim. sähköpostitse.

Ohje: Aktiivisella tiedonjakelulla pyritään pitämään hankkeen kaikki osapuolet tietoisina niistä asioista, jotka vaikuttavat heidän työhönsä. Ongelmiin ei ole tarkoitus puuttua vasta kokouksissa, vaan heti havaitsemisen yhteydessä.

Suunnittelijan tulee tarkastaa tietomallit ennen niiden jakelua tai päivitystä YTV2012 osa 6 liite 1 mukaisilla kullekin suunnittelualalle varatuilla tarkastuslomakkeilla. Mallien tietosisältö tulee olla oikein ennen mallin jakelua (ks. tarkemmin luku 1.7).

1.3.2 Projektipankki

Hankkeessa on käytössä projektipankki. Suunnittelijoiden tulee toimittaa tämän dokumentin ja muiden vaatimusten mukaiset tietomallit, niihin liittyvät tiedostot, hankkeen 2D-suunnitelmat sekä kaikki muut hankkeessa tuotetut dokumentit hankkeen projektipankkiin, niin että ne ovat hankkeen muiden osapuolten saatavilla hankkeelle määritellyssä aikataulussa.

Kun malli, suunnitelma tai muu tiedosto toimitetaan hankkeen projektipankkiin, sen on oltava julkaisukelpoinen ja muiden hankkeen osapuolten käytettävissä.

Syy: Virheellinen tai vanhentunut tieto haittaa suunnittelua ja lisää virheriskiä.

Ohje: Jos malli sisältää esim. sellaista tietoa, jota ei voida käyttää lähtötietoina, tämä tulee käydä ilmi mallin tietomalliselostuksesta.

1.3.3 Tiedonsiirto

Hankkeen suunnitelmien tiedonvaihdon tulee pääasiassa tapahtua tietomallipohjaisesti.

Hankkeessa käytettävä tiedonsiirtoformaatti tietomalleille on IFC (2x3).

Suunnittelijoiden tulee edelleen käyttää DWG-tiedostoja keskinäisessä tiedonvaihdossaan toisten osapuolten edellyttämien lähtötietotarpeiden mukaisesti.

Ohje: pelkkä mallin tuottaminen ei riitä, myös tarvittavat DWG:t tulee laatia mallin pohjalta

Mikäli kahdella tai useammalla suunnittelualalla on käytössään sama tietomalliohjelma, he voivat käyttää kahdenkeskisessä tiedonvaihdossaan ohjelmiansa natiivimuotoa. Tämä ei poista suunnittelijoiden velvollisuutta tuottaa IFC-mallit sekä tarvittavat DWG-kuvat.

Vastuuhenkilö vastaa siitä, että natiivimalli kääntyy IFC-malliksi ilman tietohäviötä. Tietomallien objektien yksilöivät tunnisteet (ID, Original GUID tms.) tulee sisällyttää IFC-tiedostoon kun natiivimalli käännetään IFC-malliksi.

1.3.4 Tietomallinnuksessa käytettävät ohjelmat

Suunnittelijoiden tulee käyttää IFC-tiedostoformaattia tukevaa tietomallinnusohjelmaa.

Hankkeessa käytettävät tietomalliohjelmat sekä niiden versiot sovitaan tietomallinnuksen aloituspalaverissa. Sovituista ohjelmista tai ohjelmaversioista ei saa poiketa hankkeen aikana ilman, että siitä sovitaan erikseen suunnittelijapalaverissa yhdessä muun suunnitteluryhmän kanssa.

Syy: Hankkeessa noudatettavat menetelmät sovitetaan suunnittelijoiden käyttämiin tietomalliohjelmiin. Sovittujen ohjelmien vaihto kesken hankkeen saattaa aiheuttaa eri suunnittelualojen tietomallien yhteensopivuusongelmia tai tiedostomuoto-ongelmia.

1.3.5 Tietomalliselostus

Tietomalliselostus on tärkeä osa hanketta. Selostus toimii viestintävälineenä hankkeen osapuolten kesken ja kuvaa tietomallin sisältämää tietoa sanallisesti. Tietomalliselostusta käytetään suunnittelun etenemisen seuraamiseen.

Ohje: Tietomalliselostuksesta tulee selvittää, mitä tietoa mallissa on ja mitä tietoa mallista voi käyttää mihinkin tarkoitukseen milläkin ehdoilla.

Mallin päivityksen yhteydessä tulee aina julkaista ja päivittää tietomalliselostus projektipankkiin.

Tietomalliselostuksen pitää sisältää seuraavat asiat:

- **Tietomallin laatineen henkilön yhteystiedot.**
- **Tietomalliselostuksen päivämäärä sekä päivämäärä, jolloin tietomalli on viimeksi päivitetty.**
- **Tietomallin laatimiseen käytetty ohjelmisto sekä ohjelmiston versio.**
- **Tietomallin suunnitteluala.** Esimerkiksi: ”ARK”
- **Tietomallin käyttötarkoitus.** Esimerkiksi: ”Rakennusosamalli määrälaskentaa ja suunnitelmien tulostamista varten”. Mallia tulee käyttää vain mallin käyttötarkoitukseen sopivien tietojen hankkimiseksi.
- **Ne alueet tai osat hankkeesta, jotka tietomalli käsittää.** Esimerkiksi: ”Ilmanvaihtotekniikka, 1. kerros” tai ”Rakennemalli, koko rakennus”
- **Ne rakennusosat, jotka puuttuvat mallista.** On tärkeää, että muut suunnittelualat voivat ottaa huomioon mallin puutteet sekä tarvittavat 2D-suunnitelmat hakiessaan lähtötietoja mallista (kaikkia rakennusosia ei saada mallinnettua ja jotkin rakennusosat näkyvät vain 2D-suunnitelmissa). Ilmoituksella pyritään varmistamaan eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensopivuus. Esimerkiksi rakennesuunnittelija voi kirjoittaa tietomalliselosteeseen LVI-suunnittelijaa varten: ”Alapohjan lämmöneristeet puuttuvat mallista, nähtävillä leikkauspiirustuksessa Alapohja_A-A”
- **Ne alueet tai osat mallista tai se tieto mallista, jota hankkeen muut osapuolet eivät saa käyttää lähtötietoina.** Esimerkiksi: ”Lohko D luonnosvaiheessa, korkotiedot eivät ole lopullisia” tai ”Pilarien materiaalitiedot täyttämättä”
- **Malliin tehdyt merkittävimmät muutokset ja korjaukset mallin edellisen päivityksen jälkeen.** Hankkeen osapuolten on pystyttävä seuraamaan suunnittelun edistymistä ja lähtötietojen saatavuutta mahdollisimman hyvin. Esimerkiksi: ”2. kerroksen väliseinät lisätty” tai ”Lohkon D vesikalusteet päivitetty LVI-suunnittelijan pyynnöstä”.
- **Mallin sisältämät poikkeukset tai mahdolliset virheet.** On tärkeää, että hankkeen osapuolet pysyvät perillä mahdollisista tietomalliohjeista tehdyistä poikkeuksista. Poikkeuksien ja virheiden esille tuonti on tärkeää siksi, että ne voivat aiheuttaa sekaannusta muiden osapuolten käyttäessä mallista saatavaa tietoa. Esimerkiksi: ”Vinot pilarit aulassa mallinnettu palkkityökalulla, syynä sopivan työkalun puuttuminen. Pilarit nimetty Vin_pil_1”.
- **Suunnittelualan tärkeimmät tietotarpeet muilta suunnittelualoilta oman mallinnustyön jatkamiseksi.** Esimerkiksi: ”Alakaton korot arkkitehdiltä LVI-tekniikan runkokanavien mallintamiseksi”.

Jos suunnitteluala jakaa julkaisemansa IFC-mallin useaan osaan (syynä esimerkiksi IFC-tiedoston suuri koko), tulee tietomalliselostuksessa selkeästi eritellä mitkä asiat koskevat mitäkin mallia.

Suunnittelijoiden on luettava muiden suunnittelualojen tietomalliselosteet käyttäessään muiden suunnittelualojen malleja lähtötietona.

1.3.6 Tietomallien ja suunnitteluaineiston luovutus

Tilaajalla, tilaajan edustajalla, tämän alikonsulteilla, mahdollisella tietomallikoordinaattorilla ja suunnitteluryhmän jäsenillä on oikeus käyttää suunnittelijoiden tuottamia projektipankkiin ladattuja tietomalleja ja tietomalliselostuksia omien tietotarpeidensa lähtötietoina tätä rakennushanketta koskien. Samoilla tahoilla on oikeus käyttää myös tietomallin pohjalta luotuja muita dokumentteja, kuten esimerkiksi 2D-suunnitelmia, omiin käyttötarpeisiinsa tätä rakennushanketta koskien.

Jokaisen suunnittelijan tulee tuottaa tarvittavat DWG-piirustukset tietomallin pohjalta hankkeen muiden osapuolten lähtötiedoiksi kussakin hankevaiheessa.

1.4 Suunnitelmien yhteensovitus

1.4.1 Yhteensovituksen suorittaminen

Suunnitelmien yhteensovitus tehdään tietomallipohjaisesti asiaankuuluvaa ja yhteensovitukseen soveltuvaa ohjelmistoa käyttäen. Mallipohjaisen suunnitelmien yhteensovituksen tavoitteena on rakennusaikaisten häiriöiden vähentäminen ja suunnitelmien kokonaislaadun parantaminen.

Kaikkien tietomallien yhteensovituksen ja yhdistelmämallin laatimisen toteuttaa **Hankkeen osapuoli**. Tietomallien yhteensovituksella tarkoitetaan yhdistelmämallin tarkastelua tietomallien välisten risteämien varalta ja mahdollisten törmäysten esiin nostamista. Yhdistelmämallin laatija noutaa tarvittavat tietomallit projektipankista, kokoaa yhdistelmämallin ja lataa sen projektipankkiin.

Suunnitelmien yhteensovituksesta vastaa Maankäyttö- ja rakennuslain mukaisesti hankkeen pääsuunnittelija. Pääsuunnittelijan tehtävänä on suorittaa suunnitelmien yhteensovitus tietomallipohjaisesti yhdistelmämallin ja yhdistelmämallista havaittujen risteämien avulla sekä ohjata muita suunnittelijoita suorittamaan tarpeelliset suunnitelmamuutokset yhteensopivien suunnitelmien aikaansaamiseksi. Pääsuunnittelija suorittaa 2D-suunnitelmien ja suunnitelma-kokonaisuuksien yhteensovituksen.

Lisäksi hankkeen toteutussuunnitteluvaiheessa suoritetaan TATE-suunnitelmien keskinäinen tietomallipohjainen yhteensovitus RT 10-11129 kohdan G 4.5 sekä YTV2012 osa 4 luvun 8.2 mukaisesti. Tästä vastaa **Hankkeen osapuoli**. Tämä yhteensovitus ei vähennä kaikkien tietomallien yhteensovituksesta ja yhdistelmämallin laatimisesta vastaavan tahon vastuuta.

Jokaisen suunnittelualan tulee käyttää sekä omansa että muiden suunnittelualojen tuottamia malleja ja 2D-suunnitelmia omien suunnitelmiensa lähtötietoina. Suunnittelijoiden on pyrittävä yhteensovittamaan omia suunnitelmiaan suunnittelutyön aikana suunnittelukokousten ja suunnittelijapalaverien välissä. Muiden suunnittelualojen tietomallit ja suunnitelmat ovat saatavilla projektipankista.

1.4.2 Reikä- ja varaussuunnittelu (reikäkierto)

Hankkeen reikäkierron koordinoinnista vastaa **Hankkeen osapuoli**.

Hankkeen 2D-reikäpiirustusdokumenttien ja työmaalle toimitettavien reikäpiirustusten laatimisesta vastaa **Hankkeen osapuoli**.

1.5 Hankkeen osapuolten tietomallintamiseen liittyvät vastuut ja tehtävät

	Tilaaaja	Rakennuttaja-konsultti	TMK	PS	ARK	RAK	LVI	S
Projekti- pankin hallinnointi	X	X	X	X	X	X	X	X
Suunnittelun ohjaus	X	X	X	X	X	X	X	X
Tietomallipohjainen suunnitelmien yhteensovitus				X				
Reikä- ja varaus- suunnittelun koordinointi	X	X	X	X	X	X	X	X
Suunnittelijapalaveri- ihin osallistuminen	X	X	X	X	X	X	X	X
Suunnittelukokoukseen osallistuminen	X	X	X	X	X	X	X	X

1.6 Kokouskäytännöt

1.6.1 Suunnittelukokoukset

Suunnittelijoiden tulee toimittaa päivitetty tietomalli erikseen sovittavan aikataulun mukaan (ks. luku 1.3.1) hankkeen projektipankkiin, kuitenkin vähintään **Numero** vuorokautta ennen suunnittelukokousta.

Suunnitteluosapuolten tulee lähettää suunnittelukokouksiin hankkeen kokonaisuudesta vastaavia kokeneita suunnittelijoita.

Suunnittelukokousten tarkoitus on suunnittelutyön ohjaus sekä suunnittelutyön tietotarpeiden ilmaiseminen. Suunnittelukokouksissa käydään läpi mallintamisen senhetkinen tilanne. Yhdistelmämallista vastaavan tahon tulee varautua esittelemään yhdistelmämallia suunnittelukokouksissa.

1.6.2 Suunnittelijapalaverit

Tietomallia käytetään tässä hankkeessa suunnitelmien yhteensovittamiseen tietomallipohjaisesti. Suunnittelijoiden tulee toimittaa päivitetty tietomalli erikseen sovittavan aikataulun mukaan (ks. luku 1.3.1) hankkeen projektipankkiin, kuitenkin vähintään **Numero** vuorokautta ennen suunnittelijapalaveria.

Suunnitteluosapuolten tulee lähettää suunnittelijapalaveriin hankkeen varsinaista mallintamistyötä suorittavia suunnittelijoita. Kokouksessa on oltava läsnä myös sellaisia suunnittelijoita, joilla on valtuudet ottaa kantaa suunnitelmien yhteensovituksessa tehtäviin ratkaisuihin.

Syy: Palaveriin osallistujien tulee tuntea tietomalliohjelmiensa ominaisuudet ja mahdollisuudet sekä kyetä ottamaan kantaa suunnitelmien yhteensovituksessa sovittaviin rakenteiden tai tekniikan siirtämistä koskeviin ratkaisuihin.

Suunnittelijapalavereiden tarkoitus on mallintamistyön ohjaaminen, mallintamistyön lähtötietotarpeiden ilmaiseminen sekä tietomallien ja suunnitelmien yhteensovittaminen. Suunnittelijapalavereissa tarkastellaan yhdistelmämallia ja mallien välisiä risteämiä.

Kussakin suunnittelijapalaverissa sovitaan päivämäärä, jolloin palaverissa sovitut korjaukset on suoritettu sekä päivitetty mallit on ladattu projektipankkiin.

1.7 Tietomallien sisältö

Mallinnettavien objektien tulee olla mallissa oikein (objektien sijaintien ja korkojen tulee vastata todellisuutta, objektien tulee olla oikean kokoisia jne.). Mallinnetut objektit eivät saa olla toistensa kanssa päällekkäin tai törmäillä toistensa kanssa. Kunkin objektin tulee olla mallissa vain kerran (ei täysin päällekkäisiä). Objektien metatiedoissa tulee olla oikeanlaista dataa oikeissa kohdissa. Tästä vastaa viime kädessä suunnittelija itse.

Syy: Objektien tietojen oikeellisuus sekä oikea sijainti ovat esim. onnistuneen tietomallipohjaisen suunnitelmien yhteensovituksen tai määrälaskennan edellytyksiä.

Mikäli suunnittelija ei pysty mallintamaan jotakin suunnitteluratkaisua kyseiselle rakennusosalle tarkoitettulla työkalulla tai rakennusosa joudutaan mallintamaan muuten poikkeuksellisesti suunnittelijan käyttämän mallinnusohjelman rajoituksista johtuen, hänen tulee tuoda tämä esille hankkeen muille osapuolille. Ensisijaisesti on aina pyrittävä käyttämään kyseisen objektin mallinnukseen tarkoitettua työkalua. Tästä vastaa viime kädessä suunnittelija itse.

Ohje: Mallia koskeva tieto tulee ilmaista vähintään tietomalliselostuksessa (ks. tarkemmin luku 1.3.5).

Tietomallissa ei saa olla väärää tietoa. Tietomallin ja suunnittelijan luomien 2D-suunnitelmien välillä ei saa olla ristiriitaista tietoa. Tästä vastaa viime kädessä suunnittelija itse.

Tietomallissa ei saa olla hankkeen muiden osapuolien tarvitsemien tietojen kannalta ylimääräistä tietoa. Tästä vastaa viime kädessä suunnittelija itse.

Ohje: Suunnittelijoiden tulee hankkeen projektipankkiin julkaistavaa IFC-mallia kääntäessään jättää pois kaikki sellainen tieto, joka on mallinnettu vain suunnittelijan oman työn avuksi. Tällä pyritään välttämään IFC-mallien liiallista raskautta.

1.7.1 Mallien sisällön jaottelu

1.7.2 Olemassa olevien rakenteiden mallintaminen

1.7.3 Toteumatiedon mallintaminen

Mallien päivitystä jatketaan rakentamisen aikana.

Urakoitsija vastaa toteutumistietojen toimituksesta suunnittelijoille.

Toteumatietoja mallinnettaessa objekteille tulee mallintaa seuraavat asiat oikein tärkeysjärjestyksessä:

1.7.4 Ylläpitotiedon mallintaminen

1.8 Suunnittelun aikaiset tietomallintamisen koordinoinnin tehtävät

Tehtävä	Vastuun taso	Vastuutaho				Koska tehtävä suoritetaan
		PS	TMK	Rakennuttaja-konsultti	Suunnittelualat (mikä ala?)	
Tietomalliohjeissa noudatettavaksi määrättyjen prosessien valvonta	Päävastuu					
	Avustava					
Tietomallinnuksen aika- taulun toteutumisen valvonta	Päävastuu					
	Avustava					
Suunnitelmien ja suunnit- teluratkaisujen kommentointi ja tarkastus	Päävastuu					
	Avustava					
Omien tietomallien ja tieto- malliselostuksien tarkastus	Päävastuu				Kaikki	Mallien jakamisen yhteydessä
Tietomallien ja tietomalli- selostusten sisällön tarkastus, vertaaminen tietomalli- ohjeisiin sekä tietomallien sisällön kommentointi (suunnittelijoiden työn kaksoistarkastus)	Päävastuu					
	Avustava					
2D-suunnitelmien sisällön vertaaminen tietomalliin sisältöön	Päävastuu					
	Avustava					
Suunnittelijapalaverien koollekutsuminen sekä pala- verien johtaminen (jatkuvaa)	Päävastuu					Jatkuvasti koko hankkeen ajan
Tietomallien yhteensovitus, yhdistelmämallin laatiminen, mallien risteämien etsintä	Päävastuu					
Yhdistelmämallin törmäystarkastelu sekä törmäystarkastelun raportointi	Päävastuu					
Suunnitelmien yhteen- sovitus yhdistelmä- mallin avulla	Päävastuu	X				
	Avustava					
Mallintamistyön ohjaus ja neuvonta koko suunnittelu- ryhmälle (jatkuvaa)	Päävastuu					Jatkuvasti koko hankkeen ajan
	Avustava					

2 HANKEVAIHEITTAISET OHJEET

2.1 Hankesuunnitteluvaihe / Suunnittelun valmistelu

2.1.1 Rakennuttajakonsultin tehtävät

2.1.2 Pääsuunnittelija

2.1.3 Tietomallikoordinaattori

2.1.4 Arkkitehti

Arkkitehdin tilamallituotoksia tulee voida käyttää:

- Tilojen keskinäisten sijaintien suunnitteluun
- Eri vaihtoehtojen vertailuun
- Käyttäjän layout-suunnitteluun (materiaalivirrat, toimintojen vaatimat tilat, prosessit)

Arkkitehdilla tulee olla valmius tuottaa kolmiulotteisia havainnekuvia mallinnetuista tiloista.

2.1.5 Rakennesuunnittelija

2.1.6 LVI-suunnittelija

2.1.7 Sähkösuunnittelija

2.2 Ehdotussuunnitteluvaihe

2.2.1 Rakennuttajakonsultin tehtävät

2.2.2 Pääsuunnittelija

2.2.3 Tietomallikoordinaattori

2.2.4 Arkkitehti

Arkkitehdin on pystyttävä erottelemaan tietomallin pohjalta rakennuksen eri tilat sekä tarvittaessa tuottamaan tilaluettelo tunnuslukuineen hankkeen muiden osapuolten käyttöön. Tilaluettelosta tulee käydä selville vähintään tilojen nimet, tilatyypit sekä tilojen sisältämät brutto- ja nettoneliömäärät.

Arkkitehdin tulee mallintaa rakennusosia kuvaavat objektinsa rakennesuunnittelijan tuottamien rakennetyyppien mukaisesti sekä rakennemateriaalit todellisina tietoina.

Syy: Rakennetyyppitiedot ovat tärkeitä mm. rakennuslupaa varten tarvittavalle energialaskennalle sekä tietomallipohjaisen automaattisen määrälaskentatiedon luotettavuuden takaamiseksi.

Arkkitehdin mallin sisältö tulee olla YTV2012, osan 3, luvun 6, kohdan Ehdotussuunnittelu mukainen. Mallintamisen tarkkuustaso tulee olla YTV2012, osan 3, luvun 3.3. tason **Valittu_taso** mukainen. Pakollisten rakennusosien lisäksi mallinnetaan:

- **Listataan tähän projektikohtaisesti mallinnettavat rakennusosat**

2.2.5 Rakennesuunnittelija

2.2.6 LVI-suunnittelija

LVI-suunnittelijan tulee hahmotella ja luonnostella omien järjestelmiensä tilantarve ennen mallinnuksen aloitusta. Hänen tulee tehdä riittävät tilavaraukset järjestelmilleen heti hankkeen alusta lähtien.

LVI-suunnittelualan tulee suunnitella pääleikkaukset ja pääreitit sekä tekniikan asennusjärjestys ennen mallinnuksen aloittamista yhdessä sähkösuunnittelualan kanssa.

Syy: Pyritään suunnittelemaan missä kohtaa katossa / seinässä / lattiassa mikäkin tekninen järjestelmä kulkee ennen mallinnustyön aloitusta, jotta mallintamisen aikana tulee mahdollisimman vähän risteämiä.

2.2.7 Sähkösuunnittelija

Sähkösuunnittelijan tulee hahmotella ja luonnostella omien järjestelmiensä tilantarve ennen mallinnuksen aloitusta. Hänen tulee tehdä riittävät tilavaraukset järjestelmilleen heti hankkeen alusta lähtien.

Sähkösuunnittelualan tulee suunnitella pääleikkaukset ja pääreitit sekä tekniikan asennusjärjestys ennen mallinnuksen aloittamista yhdessä LVI-suunnittelualan kanssa.

Syy: Pyritään suunnittelemaan missä kohtaa katossa / seinässä / lattiassa mikäkin tekninen järjestelmä kulkee ennen mallinnustyön aloitusta, jotta mallintamisen aikana tulee mahdollisimman vähän risteämiä.

2.3 Yleissuunnitteluvaihe

2.3.1 Rakennuttajakonsultin tehtävät

Rakennuttajakonsultti suunnittelee yhdessä hankkeen muiden osapuolten kanssa talotekniikan urakkapakettijaon.

Syy: tämä tulee määritellä TATE-suunnittelijoiden tietomallipohjaisten laiteluetteloiden, suunnitelmien ja suunnitelma-asiakirjojen tuottamista varten.

2.3.2 Pääsuunnittelija

2.3.3 Tietomallikoordinaattori

2.3.4 Arkkitehti

Arkkitehdin on pystyttävä erottelemaan tietomallin pohjalta rakennuksen eri tilat sekä tarvittaessa tuottamaan tilaluettelo tunnuslukuineen hankkeen muiden osapuolten käyttöön. Tilaluettelosta tulee käydä selville vähintään tilojen nimet, tilatyypit sekä tilojen sisältämät brutto- ja nettoneliömäärät.

Arkkitehdin tulee mallintaa rakennusosia kuvaavat objektit rakennesuunnittelijan tuottamien rakennetyyppien mukaisesti sekä rakennemateriaalit todellisina tietoina.

Syy: Rakennetyyppitiedot ovat tärkeitä mm. rakennuslupaa varten tarvittavalle energialaskennalle sekä tietomallipohjaisen automaattisen määrälaskentatiedon luotettavuuden varmistamiseksi.

Arkkitehdin tulee myös mallintaa objektiensa paksuudet rakennesuunnittelijan tuottamien rakennetyyppien mittojen mukaan.

Syy: Tämä on tärkeää, jotta TATE-suunnittelijoiden objektit voidaan mallintaa oikeille paikoilleen ja että alustava reikä- ja varaussuunnittelu onnistuu.

Arkkitehdin mallin sisällön tulee olla YTV2012, osan 3, luvun 6, kohdan Yleissuunnittelu mukainen. Mallintamisen tarkkuustason tulee olla YTV2012, osan 3, luvun 3.3. tason **Valittu_taso** mukainen. Pakollisten rakennusosien lisäksi mallinnetaan:

- Listataan tähän projektikohtaisesti mallinnettavat rakennusosat

2.3.5 Rakennesuunnittelija

Rakennesuunnittelijan mallin sisältö tulee olla YTV2012, osan 5, liitteen 1 kohdan Yleissuunnittelu mukainen. Pakollisten rakennusosien lisäksi mallinnetaan:

- Listataan tähän projektikohtaisesti mallinnettavat rakennusosat

2.3.6 LVI-suunnittelija

Kaikki putket ja johdot pitää mallintaa siten, että ne ovat mallissa todellisessa asennuskorkeudessa.

LVI-suunnittelijan mallin sisällön tulee olla YTV2012, osan 4, liitteen 1 kohdan Yleissuunnittelu mukainen. Pakollisten rakennusosien lisäksi mallinnetaan:

- Listataan tähän projektikohtaisesti mallinnettavat rakennusosat

Lisäksi LVI-suunnittelijan tulee mallintaa kaikki isot tilaa vaativat osat vähintään tilavarauksina, mikäli näille ei ole olemassa oikeaa ja omaa objektia.

2.3.7 Sähkösuunnittelija

Sähkölaitteet pitää mallintaa siten, että ne ovat mallissa todellisessa asennuskorkeudessa.

Sähkösuunnittelijan mallin sisällön tulee olla YTV2012, osan 4, liitteen 1 kohdan Yleissuunnittelu mukainen. Pakollisten rakennusosien lisäksi mallinnetaan:

- Listataan tähän projektikohtaisesti mallinnettavat rakennusosat

Lisäksi Sähkösuunnittelijan tulee mallintaa kaikki isot tilaa vaativat osat vähintään tilavarauksina, mikäli näille ei ole olemassa oikeaa ja omaa objektia.

2.4 Rakennuslupa

Suunnittelijat tuottavat tarvittavat dokumentit rakennuslupaa varten tietomallien pohjalta, esim. rakennuksen pääpiirustukset.

2.5 Toteutussuunnittelu

2.5.1 Rakennuttajakonsultti

2.5.2 Pääsuunnittelija

2.5.3 Tietomallikoordinaattori

2.5.4 Arkkitehti

Arkkitehdin on pystyttävä erottelemaan tietomallin pohjalta rakennuksen eri tilat sekä tarvittaessa tuottamaan tilaluettelo tunnuslukuineen hankkeen muiden osapuolten käyttöön. Tilaluettelosta tulee käydä selville vähintään tilojen nimet, tilatyypit sekä tilojen sisältämät brutto- ja nettoneliömäärät.

Arkkitehdin tulee mallintaa rakennusosia kuvaavat objektinsa rakennesuunnittelijan tuottamien rakennetyyppien mukaisesti sekä rakennemateriaalit todellisina tietoina.

Syy: Rakennetyyppitiedot ovat tärkeitä mm. rakennuslupaa varten tarvittavalle energialaskennalle sekä tietomallipohjaisen automaattisen määrälaskentatiedon luotettavuuden takaamiseksi.

Arkkitehdin tulee mallintaa objektiensa paksuudet rakennesuunnittelijan tuottamien rakennetyyppien mittojen mukaan.

Syy: Tämä on tärkeää, jotta TATE-suunnittelijoiden objektit voidaan mallintaa oikeille paikoilleen ja että alustava reikä- ja varaussuunnittelu onnistuu.

Arkkitehti osallistuu rakennuksen reikä- ja varaussuunnitteluun.

Arkkitehdin mallin sisällön tulee olla YTV2012, osan 3, luvun 6, kohdan Toteutussuunnittelu mukainen. Mallintamisen tarkkuustason tulee olla YTV2012, osan 3, luvun 3.3. tason **Valittu_taso** mukainen. Pakollisten rakennusosien lisäksi mallinnetaan:

- **Listataan tähän projektikohtaisesti mallinnettavat rakennusosat**

2.5.5 Rakennesuunnittelija

Mikäli hankkeen urakoitsija on jo tiedossa, rakennesuunnittelija sopii rakentamisessa käytettävän nostokaluston urakoitsijan kanssa.

Syy: Käytettävä nostokalusto vaikuttaa elementtien mallinnukseen.

Rakennesuunnittelija osallistuu rakennuksen reikä- ja varaussuunnitteluun.

Rakennesuunnittelijan mallin sisällön tulee olla YTV2012, osan 5, liitteen 1 kohdan **Hankintoja palveleva suunnittelu ja / tai Toteutussuunnittelu** mukainen. Pakollisten rakennusosien lisäksi mallinnetaan:

- **Listataan tähän projektikohtaisesti mallinnettavat rakennusosat**

2.5.6 LVI-suunnittelija

LVI-suunnittelija osallistuu rakennuksen reikä- ja varaussuunnitteluun.

LVI-suunnittelijan mallin sisällön tulee olla YTV2012, osan 4, liitteen 1 kohdan Toteutussuunnittelu mukainen. Pakollisten rakennusosien lisäksi mallinnetaan:

- **Listataan tähän projektikohtaisesti mallinnettavat rakennusosat**

Lisäksi LVI-suunnittelijan tulee mallintaa kaikki isot tilaa vaativat osat vähintään tilavarauksina, mikäli näille ei ole olemassa oikeaa ja omaa objektia.

LVI-suunnittelija osallistuu TATE-suunnitelmien keskinäiseen yhteensovitukseen luvun 1.4.1 ”Yhteensovituksen suorittaminen” –mukaisesti.

2.5.7 Sähkösuunnittelija

Sähkösuunnittelija osallistuu rakennuksen reikä- ja varaussuunnitteluun.

Sähkösuunnittelijan mallin sisällön tulee olla YTV2012, osan 4, liitteen 1 kohdan Toteutussuunnittelu mukainen. Pakollisten rakennusosien lisäksi mallinnetaan:

- Listataan tähän projektikohtaisesti mallinnettavat rakennusosat

Lisäksi sähkösuunnittelijan tulee mallintaa kaikki isot tilaa vaativat osat vähintään tilavarauksina, mikäli näille ei ole olemassa oikeaa ja omaa objektia.

Sähkösuunnittelija osallistuu TATE-suunnitelmien keskinäiseen yhteensovitukseen luvun 1.4.1 ”Yhteensovituksen suorittaminen” –mukaisesti.

2.6 Rakentaminen

2.6.1 Rakennuttajakonsultti

Hankkeen päävalvoja seuraa suunnitelmien mukaista rakentamista tietomallien avulla.

2.6.2 Pääsuunnittelija

2.6.3 Tietomallikoordinaattori

2.6.4 Arkkitehti

2.6.5 Rakennesuunnittelija

2.6.6 LVI-suunnittelija

2.6.7 Sähkösuunnittelija

2.6.8 Urakoitsija

TIETOMALLINTAMISEN ALOITUSPALAVERI

Hankkeen n:o / Hankkeen tunnus:

Hankkeen nimi:

Aika:

Paikka:

Osallistujat:

- 1 Kokouksen avaus**
- 2 Kokouksen järjestäytyminen**
- 3 Osapuolten edustajien esittely**
- 4 Tietomallintamista koskevat ohjeet**

Hankkeessa tullaan noudattamaan tietomalliohjeita, jotka ovat kaikkien suunnitteluosapuolten sopimusten liitteinä. Lisäksi hankkeessa noudatetaan YTV2012 –ohjetta niillä laajuuksin, kuin mitä tietomalliohjeessa on kerrottu.

Tietomalliohjeita täydentävät tässä kokouksessa tehdyt päätökset.

Tietomalliohjeet on sovittu kaikkien suunnittelualojen kanssa ja niiden noudattamista myös valvotaan.

5 Vastuuhenkilöt

Tietomallien ja -malliselostusten päivityksestä vastaavat henkilöt ja heidän yhteystietonsa

Kullakin suunnittelualalla tulee toimia henkilö, joka vastaa tämän suunnittelualueen tietomallin tai -mallien päivittämisestä. Tämän henkilön vastuulla on siirtää päivitetty malli hankkeen

projektipankkiin kyseiselle suunnittelualalle kuuluvaan kansioon sekä tietomalliselostuksen tai -selostuksien päivittäminen.

Yhdistelmämalli:

ARK-malli(t):

RAK-malli(t):

Lämpötekniikkamalli(t):

Vesijohtotekniikkamalli(t):

Ilmanvaihtotekniikkamalli(t):

Sähkömalli(t):

Muut mallit:

6 Ohjelmistotekniset asiat

Mallien tuottamiseen ja mallien analysointiin käytettävät ohjelmistot ja niiden versiot

Yhdistelmämalli:

ARK:

RAK:

LVI:

Sähkö:

Muut:

Piirustusten tuottamiseen tarkoitetut CAD-ohjelmistot ja niiden versiot

ARK:

RAK:

LVI:

Sähkö:

Muut:

Tiedonsiirtoformaatit

Tietomallit tietomalliohjeen mukaisesti (IFC 2x3)

DWG-formaatti (esim. käytettävä AutoCADin tiedostoversio):

7 Mallitekniset asiat

7.1 Origo, koordinaatisto, korkotiedot yms.

Käytettävä koordinaattijärjestelmä:

Korkeusjärjestelmä:

Globaali origo:

Mallien lokaali origo (projektiorigo):

Koordinaatisto (rakennuksen sijainti lokaalista origosta):

Kerrostasot ja mallin 0-taso:

Moduulijako:

Mittayksiköt: käytetään millimetrejä

Mallinnettavien objektien toleranssi: absoluuttinen, epätarkkaa mallinnusta ei hyväksytä

7.2 Piirustusten nimeäminen ja laatiminen

Piirustukset:

Mallin pohjalta tuotetut piirustukset sekä hankkeessa laaditut muut 2D-pohjaiset piirustukset tulee nimetä seuraavasti:

Käytettävä nimikkeistö:

ARK:

RAK:

LVI:

Sähkö:

Piirustusten laatiminen

Suunnitelmien paperiversiossa pitää kertoa miksi rakennusosat asennetaan piirustuksien esittämässä järjestyksessä.

Suunnittelijoiden tulee olla koko hankkeen ajan selvillä (esim. merkitä malliin tai tehdä lista) siitä, mitkä piirustukset on tuotettu mistäkin kohdasta mallia. Tämä koskee etenkin niitä suunnittelijoita, jotka tarkentavat tietomallista otettuja piirustuksia 2D-suunnitteluohjelmilla (esim. RAK-suunnittelija ottaa mallistaan IFC-exportin ja tarkentaa detaljit AutoCADilla). Näin hallinnoidaan siitä, mitä tietoa jää mallin ulkopuolelle.

Tilatunnisteet nimetään seuraavasti:**7.3 Hankkeen jakaminen eri malleihin ja lohkoihin**

Kukin rakennusosa tulee olla vain yhdessä osamallissa tiedonhallinnan helpottamiseksi.

Mallit lohkojen tai kerrosten mukaisesti:

ARK-mallit laaditaan YTV2012 osa 3, luku 3.2 mukaan seuraavasti:

RAK-mallit laaditaan YTV2012 osa 5, luku 3.3 mukaan seuraavasti:

LVI-mallien sisältö laaditaan YTV2012 osa 4, luku 2.4.1 mukaan, noudattaen vaihtoehtoa 1. Lisäksi noudatetaan pääjärjestelmien osalta YTV2012, osa 4, lukuja 5.1.1 ja 5.1.2.

Sähkömallit laaditaan YTV2012 osa 4, luku 2.4.1 mukaan, noudattaen vaihtoehtoa 1. Lisäksi noudatetaan YTV2012, osa 4, luku 6.

Rakennuksen lohkojako:**7.4 Kuvatasot**

Suunnittelualojen vaateet / pyynnöt toisille suunnittelualoille siitä, millä kuvatasoilla tiettyjen rakennusosien tulisi sijaita.

ARK:
RAK:
LVI:
Sähkö:

7.5 Tietomalliselostus

Mallin päivityksen yhteydessä tulee aina julkaista ja päivittää tietomalliselostus projektipankkiin samaan kansioon kuin mihin päivitetty tietomalli julkaistaan. Tietomalliselostuksen päivityksestä vastaa kultakin suunnittelualalta sama henkilö, joka vastaa kyseisen suunnittelualan tietomallin tai –mallien päivittämisestä.

Aina tulee ilmoittaa, mitä mallissa on ja mitä mallista puuttuu. Näin muut suunnittelualat pystyvät tarkistamaan 2D-piirustukset lähtötietojensa täydentämiseksi.

Ohje: Esim. RAK-mallista saattaa puuttua ryömintätilallisen alapohjan lämpöeristeet. RAK-suunnittelija ilmoittaa lämpöeristeiden puuttumisen tietomalliselostuksessaan, jotta LVI-suunnittelijat pystyvät tarkistamaan myös alapohjan 2D-suunnitelmat lähtötietojensa täydentämiseksi.

Tietomalliseloste on tärkeä osa hanketta. Niiden on tarkoitus toimia apuna suunnittelijoiden välisessä tiedonvaihdossa. Tarpeen vaatiessa tietomalliselosteen tarkastamisesta vastaava taho laatii pohjan projektikohtaiselle tietomalliselosteelle ja lähettää tämän suunnittelijoille.

8 Testimalli

Ennen varsinaisen suunnittelun aloitusta suunnittelijat laativat testimallin, jonka avulla testataan eri suunnittelualojen tietomallien yhteensopivuutta. Nämä tietomallit yhteensovitetaan yhdistelmämalliksi ja tarkistetaan origon sekä koordinaatiston oikea toiminta. Tietomalliselostuksia ei tarvitse toimittaa testimalleista.

Jokainen suunnitteluala mallintaa testimallikseen 1000 mm x 1000 mm x 1000 mm kuution esim. tilavarauksena. Kuution alin nurkka asetetaan lokaaliin origoon ja kuution pohja tulee olla tasolla +0.0. Kuution tulee sijaita XY-akseliston positiivisella puolella.

IFC-muotoinen testimalli tulee olla toimitettuna hankkeen projektipankkiin seuraavaan päivämäärään mennessä:

9 Mallien sisältö

9.1 Mallin sisältö hankevaiheittain (määritellään, mikäli tätä ei ole jo määritelty tietomalliohjeissa)

9.2 Mallien tarkastaminen

Suunnittelijat:

Suunnittelijat noudattavat tietomalliohjetta ja tarkastavat tietomallin ennen sen jakelua tai päivitystä YTV2012 osa 6 liite 1 mukaisilla kullekin suunnittelualalle varatuilla tarkastuslomakkeilla.

Ulkopuolinen tarkastaminen:

Suunnitteluryhmän ulkopuolisesta tietomallien tarkastamisesta vastaa tietomalliohjeiden mukaisesti: Tarkastus tehdään seuraavin väliajoin:

Tarkastus suoritetaan seuraavalla ohjelmalla ja seuraavanlaista prosessia noudattaen:

10 Mallintamisen prosessit

10.1 Reikä- ja varaussuunnittelu (reikäkierto)

Reikä- ja varaussuunnittelu yleisesti

Reikä- ja varaussuunnittelun koordinoinnista vastaava taho esittää hankkeen reikäkiertomenetelmän:

Ontelolaattojen ja WC-kalusteiden / kaivojen paikkojen varaussuunnittelu ARK-RAK

Vesikalusteiden vesijohtoja ja viemäreitä varten tehtävien läpivientien sijainnit on sovitettava yhteen ontelolaattojen kanssa ennen kuin viemärit suunnitellaan paikoilleen. Tämä varmistetaan seuraavasti:

10.2 Määrä- tai kustannuslaskennan tarkempi määrittely

Käydään läpi vain mikäli hankkeen määrä- tai kustannuslaskenta suoritetaan tietomallien pohjalta.

Määrälaskenta / kustannuslaskenta edellyttää seuraavaa:

- objektit on nimetty oikealla tavalla
- objektit sisältävät tiedon rakennusosan materiaalista
- objektit on laadittu oikeilla objektin laatimiseen sopivilla työkaluilla
- poikkeamat edellä mainituista mainitaan tietomalliselostuksessa

Rakennesuunnittelija noudattaa rakenteidensa nimeämisessä seuraavaa ohjetta:

Mikäli rakennushankkeessa käytetään tietomallipohjaista tuotannon ohjausta ja aikataulutusta, rakennesuunnittelijan tulee sisällyttää määrälaskentaluetteloon myös rakennusosien statustieto. Tämä toteutetaan seuraavasti:

TATE-suunnittelijoiden määrälaskenta (massaluettelot tuotetaan seuraavalla tarkkuudella):

10.3 Suunnitelmien yhteensovitus

Yhteensovitus suoritetaan suunnittelijapalaverissa käyttäen hyväksi yhdistelmämallia (ks. Tietomalliohjeet). PS ratkaisee yhdessä suunnittelualojen kanssa eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensovituksen ongelmat sopimalla rakennusosien ja –kokonaisuuksien tarpeellisista siirtämisistä tai muutosratkaisusta.

Yhteensovitus suoritetaan seuraavalla toimintatavalla:

Yhteensovituksessa todettujen risteämien / törmäyksien raportointi suoritetaan seuraavalla menetelmällä:

11 Suunnittelu- ja kokousaikataulu

Suunnittelutyön aikataulu on esitetty alla:

Ehdotussuunnitteluvaihe:

ARK (xx/20xx – xx/20xx):

RAK (xx/20xx – xx/20xx):

LVI (xx/20xx – xx/20xx):

Sähkö (xx/20xx – xx/20xx):

Yleissuunnitteluvaihe:

ARK (xx/20xx – xx/20xx):

RAK (xx/20xx – xx/20xx):

LVI (xx/20xx – xx/20xx):

Sähkö (xx/20xx – xx/20xx):

Rakennuslupa-aineisto (xx/20xx – xx/20xx):

Toteutussuunnitteluvaihe:

ARK (xx/20xx – xx/20xx):

RAK (xx/20xx – xx/20xx):

LVI (xx/20xx – xx/20xx):

Sähkö (xx/20xx – xx/20xx):

Projektipankkiin talletettavan suunnitteluaineiston aikataulu on seuraava:

11.1 Suunnittelijapalaverien aikataulu

Suunnittelijapalaverien aikataulu laaditaan sellaiseksi, että suunnittelukokouksissa päästään käsittelemään mahdollisimman pitkälle yhteensovitettuja tietomalleja. Yhdistelmämallin laatijan ja suunnitteluryhmän kanssa on sovittu noudatettavan toistaiseksi seuraavanlaista aikataulua:

Suunnittelijapalaverien aikataulua muutetaan tarpeen vaatiessa hankkeen aikana.

12 Tiedonsiirto

12.1 Projektipankki

IFC-tiedoston nimessä tulee lukea luontipäivämäärä (vvvvkkpp), jotta tiedetään mikä malleista on uusin.

Projektipankin kansiot tulee nimetä niin, että kansion nimestä selviää missä kansiossa .ifc-malli sijaitsee.

12.2 Mallien jakaminen ja julkaisu

Suunnittelijoiden tulee saattaa hankkeen muille osapuolille tiedoksi, mitä tietoa he jättävät jakamasta omasta natiivimallistaan kääntäessään sen IFC:ksi. Tällä pyritään varmistamaan se, ettei jollekin osapuolelle jätetä jakamatta tarpeellista tietoa.

Suunnittelijoiden tulee myös kokousten välisenä aikana ja riippumatta suunnitteluajataulusta ja mallien päivitysaikataulusta tiedottaa hankkeen muita osapuolia tärkeistä ja suurista tietomalliin tekemistään muutoksista, korjauksista, havaitsemistaan suunnitteluvirheistä tai havaitsemistaan ongelmista esim. sähköpostitse (jakelu koko suunnitteluryhmälle). Ongelmien ratkaisua ei saa lykätä kokouksiin asti.

13 Suunnittelijoiden asiat

13.1 PS

13.2 ARK

13.3 RAK

13.4 LVI

13.5 Sähkö

14 Rakennuttajakonsultin asiat

15 Tietomallikoordinaattorin asiat

16 Rakennuttajan asiat

17 Muut asiat

18 Seuraava kokous

Pöytäkirjan vakuudeksi,

Pöytäkirjan laatija
Yritys

Liitteet:

Pöytäkirjan jakelu:

Prosessikuvaus: osapuolten suorittama tietomallintamiseen liittyvä tiedonvaihto hankevaiheen aikana

Hankkeen vaihe: Hankesuunnittelu

	Rajapinta	
<i>Rakennuttajakonsultti</i>		<i>Suunnittelijat</i>

Jos hankesuunnitelmaa ja tilamallia ei ole vielä tehty

Tilaajan toimeksiannon ja budjetin toimitus hankesuunnitelman laatimista varten	→	Tarvitaan tilaajan toimeksianto ja budjetti, mikäli hankesuunnitelmaa ei ole vielä tehty
Suunnittelun ohjaus	↔	Suunnittelu hankesuunnitelmaa varten
Määrälaskenta / tavoitehinta-arvio / kustannusarvio	←	Alustava tilamalli / tilaryhmämalli tai mallin pohjalta tehty tilaluettelo / määräluettelo

Kun hankesuunnitelma on valmis

Suunnittelutarjouspyynnöt, jonka liitteinä - Suunnittelijoiden tehtäväluettelot - Tietomalliohjeet - Mahdollinen suunnitteluohje - Hankesuunnitelma - YTV 2012-ohje	→	Tarjouspyynnön vastaanotto
Tarjouksen läpikäynti ja varmistus siitä, että suunnittelija on ymmärtänyt tarjouspyynnön oikein	←	Suunnittelutarjous, jonka liitteinä - Suunnittelutoimiston referenssit - Hankkeeseen tarjottu henkilökunta
Verrataan tarjousta hankkeen tavoitteisiin ja tarjouspyyntöön, käydään mahdolliset tarjousneuvottelut	↔	Kannanotto tietomalliohjeisiin: onko jotain asioita, joita suunnittelutoimisto ei voi toteuttaa
Suunnittelusopimuksen laatiminen	↔	Suunnittelusopimuksen allekirjoitus tilaajan kanssa

Prosessikuvaus: osapuolten suorittama tietomallintamiseen liittyvä tiedonvaihto hankevaiheen aikana

Hankkeen vaihe: Suunnittelun valmistelu

<i>Rakennuttajakonsultti</i>	<i>Rajapinta</i>	<i>Suunnittelijat</i>
Mahdollisen olemassa olevan inventointimallin luovutus (jos sellainen on tehty hankesuunnitteluvaiheessa tai aiemmin)	→	Inventointimallin vastaanotto ja sen tarkistaminen
Käyttäjien toteuttaman suunnittelun määrittely	→	Huomioonotto oman työn suunnittelussa
Suunnittelun aloituskokous ja tietomallintamisen aloituspalaveri, joihin rakennuttajakonsultti osallistuu - Käydään läpi hankeosapuolten vastuut - Sovitaan ne hankkeessa noudatettavat toimintamallit, joita ei ole vielä määritelty - Täsmennetään tietomalleista tarvittava tieto sekä tietomallien analyysien suorittaminen: mitä tietoa tarkalleen tarvitaan, kuinka usein, missä muodossa, kuka tiedosta vastaa	↔	Suunnittelun aloituskokous ja tietomallintamisen aloituspalaveri, joihin suunnittelija osallistuu - Nimetään konkreettiset vastuuhenkilöt - Vaikutetaan niihin toimintamalleihin, joita hankkeessa sovelletaan - Otetaan kantaa siihen, minkälaisella prosessilla tiedon tuottaminen onnistuu
Alustava tieto urakkapaketista ja urakkamuodosta	→	Urakkapaketista huomioon ottaminen suunnitelma-asiakirjojen laatimisessa

Prosessikuvaus: osapuolten suorittama tietomallintamiseen liittyvä tiedonvaihto hankevaiheen aikana

Hankkeen vaihe: Ehdotussuunnittelu

<i>Rakennuttajakonsultti</i>	<i>Rajapinta</i>	<i>Suunnittelijat</i>
Malintamisen ja suunnittelun seuranta. Huolehditaan siitä, että joku hankkeen osapuolista valvoo tietomalliohjeiden mukaista työskentelyä	↔	Mallintaminen
Tietomallien ja niiden pohjalta tuotettujen suunnitelmien läpikäynti ja suunnittelun ohjaus	↔	Suunnittelijan itsensä tarkastamien ja tietomalliohjeiden mukaan laadittujen tietomallien sekä tietomalliselosteiden toimitus projektipankkiin / tietomallipalvelimelle
Vastaanotetun tiedon hyödyntäminen suunnittelun ohjauksessa	←	Tietomallien analysointi, analyysitulosten julkaisu tai muun tiedon tuottaminen tietomalleista, mikäli siitä on sovittu
Suunnittelijapalaveri, johon rakennuttajakonsultti osallistuu	↔	Suunnittelijapalaveri, johon mallinnusta tekevät suunnittelijat osallistuvat. Mallit päivitetään kokousta varten
Suunnittelukokous, johon rakennuttajakonsultti osallistuu	↔	Suunnittelukokous, jossa julkaistaan suunnitteluvaiheilmoitukset
Ehdotussuunnitelmien hyväksyttäminen tilaajalla	↔	Ehdotussuunnitelmien tuottaminen

Prosessikuvaus: osapuolten suorittama tietomallintamiseen liittyvä tiedonvaihto hankevaiheen aikana

Hankkeen vaihe: Yleissuunnittelu

<i>Rakennuttajakonsultti</i>	<i>Rajapinta</i>	<i>Suunnittelijat</i>
Malintamisen ja suunnittelun seuranta. Huolehditaan siitä, että joku hankkeen osapuolista valvoo tietomalliohjeiden mukaista työskentelyä	↔	Mallintaminen
Tietomallien ja niiden pohjalta tuotettujen suunnitelmien läpikäynti ja suunnittelun ohjaus	↔	Suunnittelijan itsensä tarkastamien ja tietomalliohjeiden mukaan laadittujen tietomallien sekä tietomalliselosteiden toimitus projektipankkiin / tietomallipalvelimelle
Vastaanotetun tiedon hyödyntäminen suunnittelun ohjauksessa	←	Tietomallien analysointi, analyysitulosten julkaisu tai muun tiedon tuottaminen tietomalleista, mikäli siitä on sovittu
Suunnittelijapalaveri, johon rakennuttajakonsultti osallistuu	↔	Suunnittelijapalaveri, johon mallinnusta tekevät suunnittelijat osallistuvat. Mallit päivitetään kokousta varten
Suunnittelukokous, johon rakennuttajakonsultti osallistuu	↔	Suunnittelukokous, jossa julkaistaan suunnitteluvaiheilmoitukset
Yleissuunnitelmien hyväksyttäminen tilaajalla	↔	Yleissuunnitelmien tuottaminen

Prosessikuvaus: osapuolten suorittama tietomallintamiseen liittyvä tiedonvaihto hankevaiheen aikana

Hankkeen vaihe: Rakennuslupa

<i>Rakennuttajakonsultti</i>	Rajapinta	<i>Suunnittelijat</i>
Rakennuslupa-asiakirjojen teetättäminen	↔	Rakennuslupa-asiakirjojen laatiminen ja rakennusluvan hakeminen

Prosessikuvaus: osapuolten suorittama tietomallintamiseen liittyvä tiedonvaihto hankevaiheen aikana

Hankkeen vaihe: Toteutussuunnittelu

<i>Rakennuttajakonsultti</i>	<i>Rajapinta</i>	<i>Suunnittelijat</i>
Malintamisen ja suunnittelun seuranta. Huolehditaan siitä, että joku hankkeen osapuolista valvoo tietomalliohjeiden mukaista työskentelyä	↔	Mallintaminen
Tietomallien ja niiden pohjalta tuotettujen suunnitelmien läpikäynti ja suunnittelun ohjaus	↔	Suunnittelijan itsensä tarkastamien ja tietomalliohjeiden mukaan laadittujen tietomallien sekä tietomalliselosteiden toimitus projektipankkiin / tietomallipalvelimelle
Vastaanotetun tiedon hyödyntäminen suunnittelun ohjauksessa	←	Tietomallien analysointi, analyysitulosten julkaisu tai muun tiedon tuottaminen tietomalleista, mikäli siitä on sovittu
Suunnittelijapalaveri, johon rakennuttajakonsultti osallistuu	↔	Suunnittelijapalaveri, johon mallinnusta tekevät suunnittelijat osallistuvat. Mallit päivitetään kokousta varten
Suunnittelukokous, johon rakennuttajakonsultti osallistuu	↔	Suunnittelukokous, jossa julkaistaan suunnitteluvaiheilmoitukset
Toteutussuunnitelmien hyväksyttäminen tilaajalla	↔	Toteutussuunnitelmien tuottaminen
Tiedotetaan siitä, mitkä ovat työmaan valmiudet hyödyntä tietomalleja (kun urakoitsijan valintaa ollaan tekemässä / kun valinta on tehty)	↔	Työmaan tarpeiden / valmiuksien huomioonottaminen